Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT 2018

Abril de 2018

# UTILIZAÇAO DE AREIA DE BRITAGEM EM SUBSTITUIÇAO DA AREIA NATURAL PARA ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM ADIÇÃO DE FIBRA DE POLIPROPILENO

## USE OF CRUSHING SAND IN SUBSTITUTION OF THE NATURAL SAND FOR COATING MORTAR WITH POLYPROPYLENE FIBER

**C. Z. R. SANTOS**
Acadêmico de Engenharia Civil
Universidade de Caxias do Sul - UCS
RS; Brasil
czrsantos@ucs.br

**J. GASPERI**
Acadêmica de Engenharia Civil
Universidade de Caxias do Sul - UCS
RS; Brasil
jgasperi1@ucs.br

**M. SCHAFER**
Docente do curso de Engenharia Civil
Universidade de Caxias do Sul - UCS
RS; Brasil
mschafer2@ucs.br

**V. CECCONELLO**
Docente do curso de Engenharia Civil
Universidade de Caxias do Sul - UCS
RS; Brasil
vcecconello@ucs.br

**RESUMO**

A maior quantidade dos agregados miúdos consumidos no Brasil é de extração rios. Essas extrações geram problemas como esgotamento de fontes, alterações nos cursos de água e aumento do custo final do agregado. Diante disso os agregados miúdos de britagem de rocha tornam-se uma opção atrativa de utilização, porém possuem características que tendem a influenciar no revestimento argamassado. Para o uso adequado deste material sem perda de qualidade, é necessário utilizar alguma adição que proporcione um melhor desempenho, principalmente à retração. Uma das alternativas é a adição de fibras de polipropileno na mistura. O objetivo desta pesquisa é avaliar a utilização da areia de britagem de rocha basáltica em substituição da areia extraída de rio, para argamassas de revestimento, com adição de fibra de polipropileno. Na pesquisa adotaram-se cinco tipos de argamassas mistas de cimento, cal e areia, com proporções em volume de 1:1:6, e ambas aplicadas em paredes de 45x60cm. Sendo uma argamassa de referência com areia natural e sem adição de fibras, e as demais argamassas com areia de britagem e teores de fibras de polipropileno de 0%, 0,25%, 0,50% e 0,75%, em relação à massa de cimento. No estado fresco foram realizados ensaios de retenção de água, densidade de massa e teor de ar incorporado, e no estado endurecido, resistência à compressão e à tração na flexão, densidade de massa, absorção de água total e por capilaridade. No revestimento argamassado, ensaios de resistência de aderência à tração e medição das incidências de fissuração. Com isso obteve-se em geral argamassas com ganhos nas resistências mecânicas com areia de britagem, densidades de massa menores com a adição de fibras e diminuição na incidência de fissuração dos revestimentos com o teor de fibra de 0,5%. Os resultados obtidos demonstram que as areias de britagem de rocha apresentam potencial de uso para argamassa de revestimento.

**Palavras-chave:** Argamassa de revestimento. Areia de britagem. Fibra de polipropileno. Fissuração. Aderência.

**ABSTRACT**

A larger amount of small aggregates consumed in Brazil is extracting rivers. These extractions generate problems such as depletion of sources, changes in watercourses and increase in the final cost of the aggregate. In view of this, rock aggregate crushing is an attractive option to use, but they have characteristics that tend to influence the mortar coating. For proper use of this material without loss of quality, it is necessary to use some addition that provides better performance, especially to retraction. One of the alternatives is the addition of polypropylene fibers in the blend. The objective of this research is to evaluate the use of basaltic rock crushing in replacement of river sand for lining mortars with addition of

polypropylene fiber. In the research, five types of mixed mortars of cement, lime and sand were used, with volume ratios of 1:1:6, and both applied in 45x60cm walls. As a reference mortar with natural sand and without fiber addition, and the others mortars with crushing sand and contents of polypropylene of 0%, 0,25%, 0,50% and 0,75%, in relation to the mass of cement. In the fresh state, water retention, mass density and air content tests were performed, in the hardened state, compressive strength and flexion tensile strength, mass density, total water absorption and capillarity. In the mortar coating, traction adhesion strength tests and measurement of cracking incidences. In general, mortars with mechanical strength gains were obtained with crushing sand, lower mass densities with fiber addition and decrease in cracking incidence of coatings with 0.5% fiber content. The results obtained demonstrate how rock crushing sands and potential use for coating mortar.

**Keywords:** Coating mortar. Crushing sand. Polypropylene fiber. Cracking. Adherence.

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de materiais minerais do mundo, sendo que os agregados representam a maior parte destes minerais. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2015), no Brasil o consumo de agregados para a construção civil aumenta a cada ano, sendo estimado um consumo de 807 milhões de toneladas/ano até o ano de 2022. No que diz respeito aos agregados miúdos, cerca de 90% das areias consumidas, são areias naturais de extração de rios que são utilizadas em larga escala no mercado da construção civil como um dos materiais constituintes de argamassas e concretos (CARBONARI; GUACELLI; RISSON, 2015).

A extração elevada de agregados miúdos provenientes de leito de rios gera problemas como esgotamento de fontes de extração, o que leva as empresas de extração a percorrerem maiores distâncias para obtenção do material e com isso ocorre à elevação no custo final do produto (GUACELLI, 2010). Também sérias questões ambientais são geradas pela extração do produto, tais como, erosões devido a maiores profundidades ocasionadas, alargamento demasiado em leitos de rios e alteração no curso da água. Além disso, são crescentes as restrições, justificáveis, impostas pelos órgãos ambientais para inibir a extração do produto em leitos de rios (BUEST; CAMPITELI; SILVA, 2005; ARNOLD; KAZMIERCZAK, 2009; CARBONARI; GUACELLI; RISSON, 2015).

O uso de agregados miúdos provenientes de britagem de rocha ainda representam pouca utilização, muitas vezes por falta de informação para o uso adequado do material ou ainda por ser mais conveniente extrair de rios, ao invés de melhorar as propriedades de um material disponível em abundância como as areias de britagem de rocha (DAMO, 2011). Os agregados miúdos provenientes de processo de britagem de rocha possuem algumas características diferentes em relação ao agregado miúdo natural, dentre as principais diferenças podem ser citadas a menor esfericidade dos grãos e a maior quantidade de fíler presentes na composição dos agregados miúdos de britagem (SILVA, 2006; ARNOLD, 2011). Quando utilizados para argamassas de revestimento, essas características geram diferentes propriedades no estado fresco, no estado endurecido e também no revestimento de argamassa. O estudo dessas propriedades visa adequar o agregado miúdo de britagem para o uso, sem que haja perda de qualidade e propriedades importantes para os revestimentos argamassados (GUACELLI, 2010; ARNOLD, 2011). Tendo em vista a necessidade de substituição dos agregados miúdos torna-se relevante a realização de pesquisas que acrescentem conhecimentos sobre este assunto e com isso se busque alternativas para que essas argamassas não percam qualidade.

Uma das formas de melhorarmos a qualidade dos produtos cimentícios é com a adição de materiais fibrosos como mencionado por Silva (2006), a utilização das fibras de polipropileno, adicionadas aos materiais cimentícios como concretos e argamassas, podem auxiliar minimizando as fissuras causadas pela retração dos compósitos. De acordo com Gleize; Silva e Silva (2011), a adição de fibra de polipropileno na argamassa pode provocar o incremento das dimensões capilares, reduzindo assim a tensão capilar e a retração nas primeiras idades, minimizando ou até mesmo eliminando a fissuração dos revestimentos. A ação das fibras na mistura de argamassas e concretos atua também para inibir a retração por secagem, causadas pela hidratação acelerada do cimento, fazendo com que o processo de hidratação aconteça mais lentamente (SILVA, 2011).

Neste sentido, este estudo foi realizado com o intuito de substituir agregados miúdos de extração de rios por agregados miúdos provenientes de britagem de rocha basáltica com adição de fibras de polipropileno.

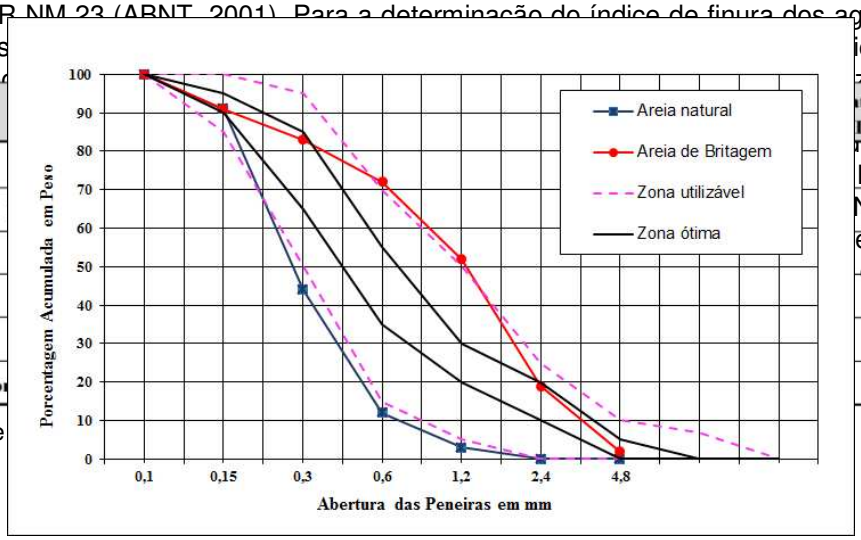
## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização dos materiais

Os materiais utilizados na composição das argamassas desta pesquisa foram cimento CP IV-32 RS, cal hidratada CH III, areia de britagem de rocha basáltica, areia natural quartzosa extraída de rio, fibra de polipropileno e aditivo superplastificante. Como substratos, foram utilizados blocos cerâmicos de vedação de seis furos. Para a determinação da massa específica dos aglomerantes foram realizados ensaios de acordo com a NBR NM 23 (ABNT, 2001). Para a determinação do índice de finura dos aglomerantes foram realizados ensaios [illegible] icas foram obtidas através de catálo[illegible] zados ensaios de caracterizaçã[illegible] a (ABNT NBR NM 248, 200[illegible] imensão máxima característica, [illegible] BR NM 45, 2006), ensaio de det[illegible] NBR 9776, 1987), ensaio de dete[illegible] erminação do teor de material pu[illegible] de caracterização dos materiais.

Teor

Fonte




Fonte: Elaborada pelo autor.

A NBR 7211 (ABNT, 2005) estabelece limites inferiores e superiores para classificação das areias em zona utilizável e zona ótima de acordo com a distribuição granulométrica. Conforme pode ser visto na Figura 1, a areia natural utilizada na pesq[illegible] maioria dos grãos abaixo da zona utilizável. Já a areia de[illegible] esenta distribuição granulométrica com maioria dos grãos entre a zon[illegible]
As informações referentes à [illegible] ileno utilizadas nos experimentos foram disponibilizadas pelo fabrican[illegible] uto. Na Tabela 2 são apresentadas as especificações das fibras de p[illegible]

Ta[illegible] polipropileno

| Características e propriedades | |
|---|---|
| Diâmetro | 20 µm |
| Comprimento | 6 mm |
| Alongamento | 25% |
| Densidade | 0,91 g/cm³ |
| Ponto de fusão | 160 °C |
| Ponto de ignição | 365 °C |
| Dosagem (em relação a massa de cimento) | 0,40% |

Fonte: Neomatex (2017).

### 3.2 Ensaios nas argamassas e nos revestimentos

Foram realizados ensaios no estado fresco, no estado endurecido e no revestimento argamassado. Os ensaios realizados no estado fresco foram índice de consistência (ABNT NBR 13276, 2016), retenção de água (ABNT NBR 13277, 2005), densidade de massa e teor de ar incorporado (ABNT NBR 13278, 2005). Para o estado endurecido foram realizados ensaios como resistência à compressão, resistência à tração na flexão (ABNT NBR 13279, 2005), densidade de massa aparente (ABNT NBR 13280, 2005), absorção de água (ABNT NBR 9778, 2005), absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade (ABNT NBR 15259, 2005). Já no revestimento argamassado foram realizados ensaios de resistência de aderência à tração (ABNT NBR 13528, 2010) e também acompanhamento e medição de incidência de fissuração.

### 3.3 Elaboração das argamassas

Foram elaboradas cinco tipos de argamassas mistas de cimento, cal e areia, com proporções em volume de 1:1:6, sendo uma delas a argamassa de referência com areia natural e sem adição de fibras de polipropileno, denominada AN, uma com areia de britagem e sem adição de fibras de polipropileno,

denominada A … de fibras de polipropileno, … 25%, 0,50% e 0,75% em re… gamassas de revestimento f… a através da fixação do índice de consistência em 260 ± 5 mm da argamassa de revestimento p… m areia natural AN. Foi utilizada a relação água/cimento de 1,89 para todas as argamassas. A… apresenta as nomenclaturas das argamassas do experimento assim como os traços em volu… m massa, teores de fibra e teores de aditivo.

| Nomenclatura das argamassas | Tipos de areia | Traço em volume (cimento : cal : areia) | Traço em massa (cimento : cal : areia) | Teor de fibra (%) | Teor de aditivo (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| A N | Natural | 1 : 1 : 6 | 1 : 0,8 : 9 | 0 | 0 |
| A B | Britagem | 1 : 1 : 6 | 1 : 0,8 : 7,62 | 0 | 0,42 |
| ABF 1 | Britagem | 1 : 1 : 6 | 1 : 0,8 : 7,62 | 0,25 | 0,77 |
| ABF 2 | Britagem | 1 : 1 : 6 | 1 : 0,8 : 7,62 | 0,50 | 1,07 |
| ABF 3 | Britagem | 1 : 1 : 6 | 1 : 0,8 : 7,62 | 0,75 | 1,11 |

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.4 Confecções das paredes de alvenaria e revestimentos argamassados

Foram confeccionadas cinco paredes de alvenaria, conforme ilustrado na Figura 3, de aproximadamente 45x60 cm (comprimento x altura). Para o assentamento dos blocos foi utilizado argamassa mista de cimento, cal e areia natural, com proporções em volume de 1:1:9, com os mesmos materiais utilizados na pesquisa. A espessura de assentamento utilizada entre os blocos foi de aproximadamente 1 cm de arga… com prop… Para a re… te 2 cm … para anál… ia à ader…



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.5 Análise e tratamento dos dados

O tratamento dos dados obtidos com os ensaios das argamassas de revestimentos no estado endurecido e nos revestimentos argamassados, foi realizado através de análise de variância (ANOVA) para verificação da significância dos resultados sobre a propriedade analisada. O nível de significância adotado foi de 95%. Para esta análise foi utilizado o software editor de planilhas Excel.

## 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Resultados dos ensaios no estado fresco

O índice de co… n pela mesa de consistência. Fix… cia obtida com a argamassa de re… de referência AN. Para as argamassas de revestimento com agregado miúdo de britagem AB, … 2 e ABF3, fez-se necessário o uso de aditivo superplastificante para se atingir o mesmo índice de… cia da argamassa de referência AN. Os resultados dos ensaios realizados nas argamassas de r… o no estado fresco estão apresentados na Tabela 4.

| Argamassa | Índice de consistência médio (mm) | Densidade de massa (kg/m³) | Teor de ar incorporado (%) | Retenção de água (%) |
|---|---|---|---|---|
| AN | 360,0 | 1979,5 | 5,7 | 86,6 |
| AB | 259,3 | 1980,3 | 3,7 | 83,8 |
| ABF1 | 262,0 | 1964,0 | 3,1 | 80,4 |
| ABF2 | 259,0 | 1958,6 | 3,2 | 84,6 |
| ABF3 | 255,7 | 1955,6 | 3,3 | 84,5 |

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ta… omportamento das argamassas de revestimento no estado fresco

Em geral as argamassas de revestimento com areia de britagem apresentaram índice de consistência inferior em relação à argamassa de referência AN, sendo necessário a introdução de aditivo superplastificante na mistura para se atingir a consistência estabelecida. Segundo Carbonari, Guacelli e Risson (2015), as areias de britagem provenientes de rochas basálticas possuem maior proporção de materiais finos em comparação com as areias naturais e essa diferente proporção causa uma aceleração da hidratação do cimento e isso gera maior consumo de água. Para as argamassas de revestimento com fibras

de polipropileno, conforme se aumentou o teor de fibras, também notou-se a diminuição do índice de consistência, sendo necessário a introdução de aditivo superplastificante na mistura para se atingir a consistência estabelecida.

O comportamento da argamassa de revestimento com areia de britagem AB se mostrou com maior densidade de massa em relação à argamassa de revestimento com areia natural AN. Este comportamento se deve provavelmente a maior quantidade de material pulverulento presente na areia de britagem que ocupam os espaços, preenchendo-os e diminuindo o teor de ar dentro da mistura, aumentando a quantidade de pasta, tornando a argamassa de revestimento mais densa. Arnold; Kazmierczak e Rosa (2016) ao analisar a influência da adição de fíler de areia de britagem nas propriedades de argamassa de revestimento verificaram em seus resultados, que aumentando o teor de material pulverulento (fíler de britagem), obtiveram argamassas com maiores densidades de massa.

A retenção de água mostrou-se menor para as argamassas de revestimento com areia de britagem, comportamento este diferente do esperado, pois a areia de britagem possui maior teor de material pulverulento o que dificultaria a saída da água e com isso esperava-se maior retenção de água. Este comportamento pode ter sido influenciado pela operação do equipamento durante o ensaio. Quando feita a comparação entre argamassas de revestimento com areia de britagem e adição de teores de fibras, a retenção de água mostrou-se inferior para a argamassa de revestimento ABF1 (teor de fibra 0,25%). Obteve-se a maior retenção de água com a argamassa de revestimento ABF2 onde se utilizou o teor de fibra de 0,5%, com uma leve queda na retenção de água para a argamassa de revestimento ABF3 (teor de fibra 0,75%).

**4.2 Resu**

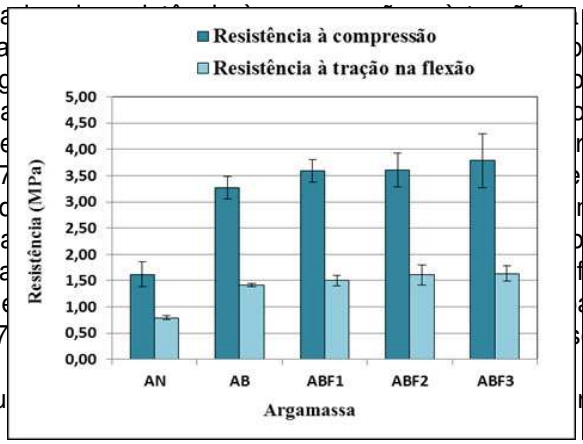
No estad m foram
argamass massa e
menor ab água por capilaridade. A adição das fibras nas argamassas no estado endurecido
geraram sistências à compressão e tração na flexão, menor densidade de massa e sensível
aumento ão de água por capilaridade e no coeficiente de capilaridade. O comportamento das
diferentes as de revestimento no estado endurecido está apresentado na Tabela 5.

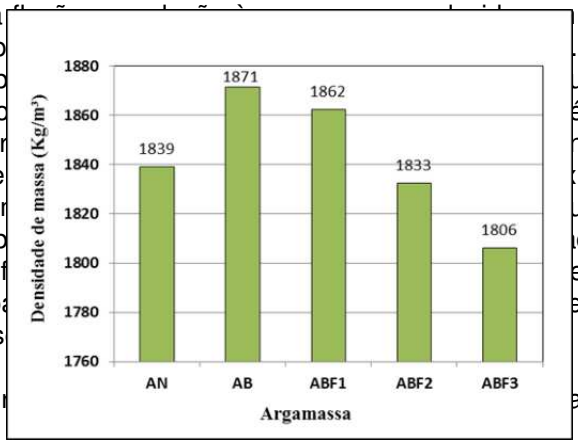
| Argamassa | Resistência à compressão (MPa) | Resistência à tração na flexão (MPa) | Densidade de massa (kg/m³) | Absorção de água por capilaridade $t_{10}$ (g/cm²) | Absorção de água por capilaridade $t_{90}$ (g/cm²) | Coeficiente de capilaridade (g/dm².min$^{1/2}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AN | 1,62 | 0,79 | 1839 | 0,551 | 1,416 | 13,8 |
| AB | 3,27 | 1,42 | 1871 | 0,349 | 0,936 | 9,1 |
| ABF1 | 3,59 | 1,50 | 1862 | 0,365 | 0,984 | 10,1 |
| ABF2 | 3,61 | 1,61 | 1833 | 0,346 | 1,041 | 11,1 |
| ABF3 | 3,79 | 1,64 | 1806 | 0,388 | 1,087 | 11,2 |

la 5 – Comportamento das argamassas de revestimento no estado fresco

Fonte: Elaborada pelo autor.

As argamassas de revestimento produzidas com areia de britagem apresentaram aumento significativo nos resulta areia natura . Para as arg uando compa ém se obteve nores, de 9,7 tão. A densid uando compa de de massa eia de britage e fibra de 0,7

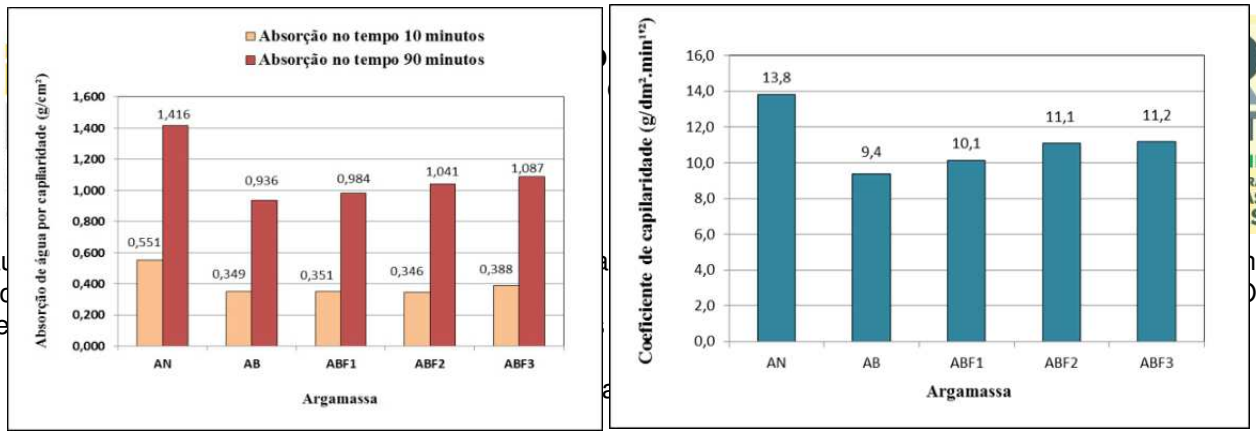



Figu assa

Fonte: Elaborada pelo autor.

As argamassas de revestimento desenvolvidas na pesquisa apresentaram diferenças significativas quanto à absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade. A argamassa de revestimento com areia de britagem apresentou absorção de água por capilaridade 33% menor no tempo 90 minutos e coeficiente de capilaridade 31% menor em relação à argamassa de revestimento com areia natural. Ainda conforme se aumentou o teor da adição de fibras verificou-se um aumento na absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade nas argamassas de revestimento com areia de britagem. Com




Fonte: Elaborada pelo autor.

### 4.3 Resultados dos ensaios nos revestimentos argamassados

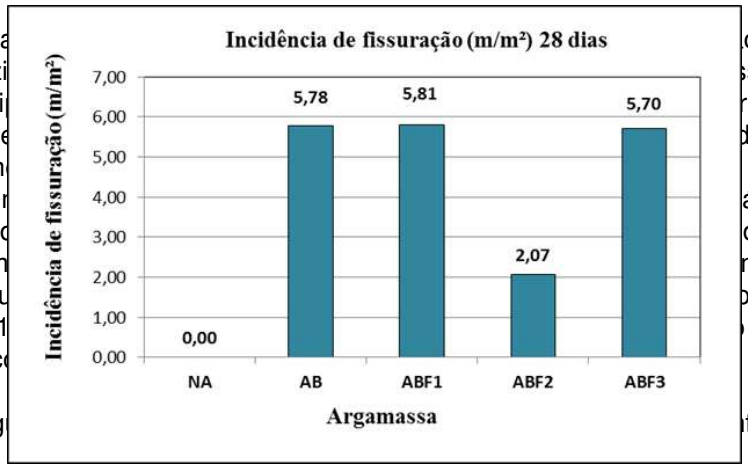
Para análise dos revestimentos argamassados, após 28 dias da execução foram realizadas medições de incidência de fissuração e ensaios de resistência de aderência à tração nas paredes revestidas com as argamassas estudadas. O comportamento dos diferentes revestimentos argamassados está apresentado na Tabela 6.

| Argamassa | Intensidade de fissuração 28 dias (m/m²) | Resistência de aderência à tração média (MPa) |
|---|---|---|
| AN | 0,00 | 0,34 |
| AB | 5,78 | 0,35 |
| ABF1 | 5,81 | 0,36 |
| ABF2 | 2,07 | 0,42 |
| ABF3 | 5,70 | 0,43 |

Fonte: Elaborada pelo autor.

O revestimento argama o. Já os revestimentos argamassados produzi ssuração. A adição de teores de fibras de poli r valor de incidência de fissuração no revestime de fibra de 0,5%), onde apresentou valor de in fissuração obtida pela argamassa de revesti água apresentada em comparação com as c de britagem. Ainda, a argamassa de revestim massa de revestimento ABF1, que apresentou os produzidos com as argamassas AB, ABF1 próximos. A Figura 5 apresenta um gráfico c

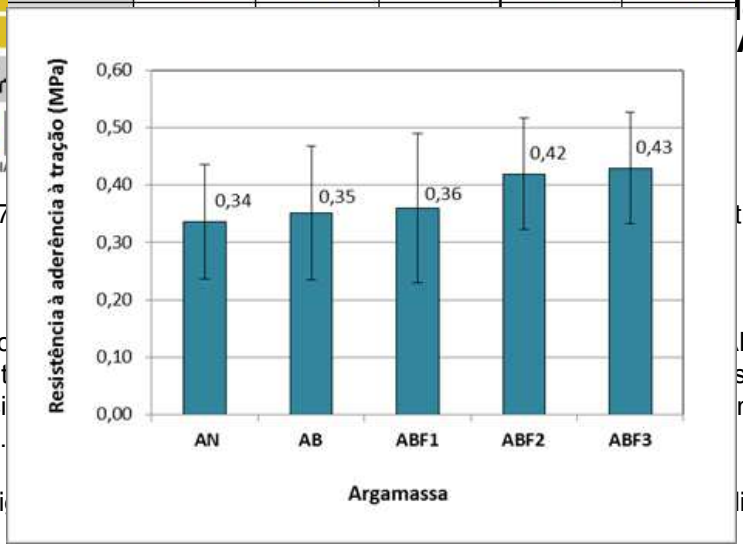
Fig tos




Fonte: Elaborada pelo autor.

Quanto à resistência de aderência à tração, o revestimento argamassado produzido com areia de britagem apresentou maiores valores quando comparado com o revestimento argamassado produzido com areia natural, porém o aumento se mostrou não significativo. Observa-se também que para os revestimentos argamassados que se utilizou adição de fibras, conforme se aumentou o teor de fibras, houve um pequeno aumento nas resistências de aderência à tração, porém em geral não significativo. O aumento significativo nas resistências de aderência à tração foi obtido quando da comparação do revestimento argamassado AN, com os revestimentos argamassados ABF2 (0,5% de fibra) e ABF3 (0,75% de fibra), onde os ganhos nas resistências foram de 23,5% e 26,4% respectivamente. Os resultados individuais de resistência de aderência à tração dos revestimentos estão apresentados na Tabela 7 e as médias apresentadas na Figura 6.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 0,32 | 0,54 | 0,50 | 0,50 | 0,42 |
| 7 | 0,22 | 0,47 | 0,24 | 0,57 | 0,47 |




Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota-se que os valores médios dos revestimentos argamassados estão superiores ao limite (≥ 0,30 MPa) para revestimentos argamassados externos, mas em sua totalidade e analisando os critérios da NBR 13749 (ABNT, 2013), os resultados individuais de todas as argamassas apresentaram-se acima do mínimo especificado para uso interno (≥ 0,20 MPa). Já os revestimentos argamassados AB, ABF2 e ABF3 apresentaram-se também acima do mínimo especificado para uso externo (≥ 0,30 MPa), pois a cada doze resultados ao menos oito apresentaram-se acima do mínimo especificado.




Fonte: Elaborada pelo autor.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que as areias de britagem de rocha apresentam grande potencial de uso nos compósitos cimentícios, evidenciando os benefícios da utilização associada com a adição de fibras de polipropileno.

A substituição da areia natural extraída de rios pela areia de britagem de rocha gerou influência nas propriedades da argamassa de revestimento no estado fresco, como: diminuição da consistência, menor retenção de água, maior densidade de massa e menor teor de ar incorporado. Já no estado endurecido as influências foram: maiores resistências à compressão e tração na flexão, maior densidade de massa e menor absorção de água por capilaridade. No revestimento argamassado foram: maior incidência de fissuração e sensível aumento na resistência de aderência à tração.

A adição de fibra de polipropileno nas argamassas de revestimento com areia de britagem alterou algumas propriedades no estado fresco, como: diminuição da consistência, maior retenção de água, menor densidade de massa e menor teor de ar incorporado. Já no estado endurecido apresentou maiores resistências à compressão e tração na flexão, menor densidade de massa e sensível aumento na absorção de água por capilaridade e no coeficiente de capilaridade. No revestimento argamassado gerou menor incidência de fissuração com determinados teores de fibras e em geral sensível aumento na resistência de aderência à tração.

A possibilidade de utilização das areias de britagem em argamassas de revestimento necessita ser avaliada e aprimorada, há necessidade de estudos mais aprofundados a respeito de melhorias no material para que propicie melhoramento em algumas das propriedades das argamassas, pois se deseja produzir argamassas com desempenho adequado e com um mínimo de patologias possíveis.

**REFERÊNCIAIS**

ARNOLD, D. C. M. **Análise da influência da formação dos grãos nas propriedades das argamassas. 2011.** Dissertação (Mestrado em Engenharia/Construção Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.

ARNOLD, D. C. M.; KAZMIERCZAK, C. S. **Influência da distribuição granulométrica do agregado miúdo e do teor de fíler nas propriedades de argamassas com areia de britagem**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 8, 2009, Curitiba. Anais... Paraná: SBTA, 2009.

ARNOLD, D. C. M.: KAZMIERCZAK, C. S.; ROSA, M. **Influência da adição de filer de areia de britagem nas propriedades de argamassas de revestimento**. **Ambiente Construído**, Porto Alegre,v. 16, n. 2,p. 7-19, abr./jun. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP) – **Guia de utilização do cimento Portland**. **Boletim Técnico**, BT-106, São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23**: Cimento portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR NM 30**: Agregados miúdos – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

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

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

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

_____. **NBR 7211**: Concreto para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 9776:1987**: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 11579:** Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (n° 200) – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **NBR 13277:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da retenção de água. 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.

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

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

_____. **NBR 13528:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 13749:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15259:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

BUEST, G.; CAMPITELI, V. C.; SILVA, N. G. **Argamassas com areia britada: influência dos finos e da forma das partículas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBTA, 2005.

CARBONARI, B. M. T.; GUACELLI, P. A. G.; RISSON, K. D. B. S. **Substituição de areia de extração por areia de britagem para argamassa de revestimento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 11, 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBTA, 2015.

DAMO, G. F. **Avaliação do desempenho de diferentes agregados miúdos de britagem em concretos de cimento Portland. 2011.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GLEIZE, P. J. P.; SILVA, G. G.; SILVA, N. G. **Fissuração em Revestimento de Argamassa com Areia Britada de Rocha Calcária**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 53, 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: IBRACON, 2011.

GUACELLI, P. A. G. **Substituição da areia natural por areia de britagem de rocha basáltica para argamassas de revestimento. 2010.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM) – Informações sobre a economia mineral brasileira em 2014. **Boletim Técnico**, Brasília, 2015.

SILVA, N. G. **Avaliação da retração e da fissuração em revestimento de argamassa na fase plástica. 2011.** Dissertação (Doutorado em Engenharia/Construção Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SILVA, R. P. **Argamassa com adição de fibras de polipropileno – Estudo de comportamento reológico e mecânico. 2006.** Dissertação (Mestrado em Engenharia/Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.