

## **Avaliação da resistência de aderência à tração em argamassa para revestimento com incorporação de areia de britagem**

**Leandro Augusto Erba**

Professor Mestre, UNESP, Brasil

leandro.erba@unesp.br

**Maximiliano dos Anjos Azambuja**

Professor Doutor, UNESP, Brasil

m.azambuja@unesp.br

## RESUMO

O uso de areia de britagem, subproduto gerado em pedreiras durante o processo de fabricação de britas empregadas na construção civil, pode reduzir o consumo de areia natural, reduzindo o impacto ambiental da extração desse material. Nesse sentido, esta pesquisa visa avaliar a influência da substituição da areia natural pela de britagem na resistência de aderência à tração em argamassas. Foram confeccionadas argamassas com areia de britagem proveniente de pedreiras da região de Bauru/SP, realizando 3 porcentagens de substituição, em massa, da areia natural pela de britagem: 10%, 20% e 30%, mais um referencial com 100% de areia natural, totalizando 4 traços. Todas as argamassas foram confeccionadas de acordo com a norma ABNT NBR 13276/2005. Avaliou-se o desempenho das argamassas através do ensaio de resistência de aderência à tração, conforme preconiza a norma ABNT NBR 13528/2019. Ao final pode-se afirmar que é viável a utilização da areia de britagem em substituição à areia natural no percentual de até 20% para confecção de argamassas para revestimento de paredes externas, que apresentou os melhores resultados de aderência. Constatou-se também que, para revestimento interno, é possível utilizar até 30% de areia de britagem, sem comprometer o desempenho da argamassa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argamassa para revestimento. Areia de britagem. Pó de pedra.

## 1 INTRODUÇÃO

Contribuir para o desenvolvimento da tecnologia do ambiente construído no Brasil é fundamental para a melhoria dos projetos de arquitetura e urbanismo em nosso País. Tomando isso como ponto de partida, este artigo está alinhado com as pesquisas publicadas pela Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC), que possui um grupo de trabalho específico para as análises voltadas às argamassas, o grupo GT Argamassas (ANTAC, 2020).

Os agregados usados na construção civil são os insumos minerais mais consumidos em todo mundo. A indústria da construção civil utiliza cerca de 50% dos recursos minerais produzidos no mundo, sendo muitos desses recursos, não renováveis. Os produtos dessas atividades mais utilizados na construção civil são cimento, cal e os agregados miúdos (areia) e graúdos (brita) (GUACELLI, 2010).

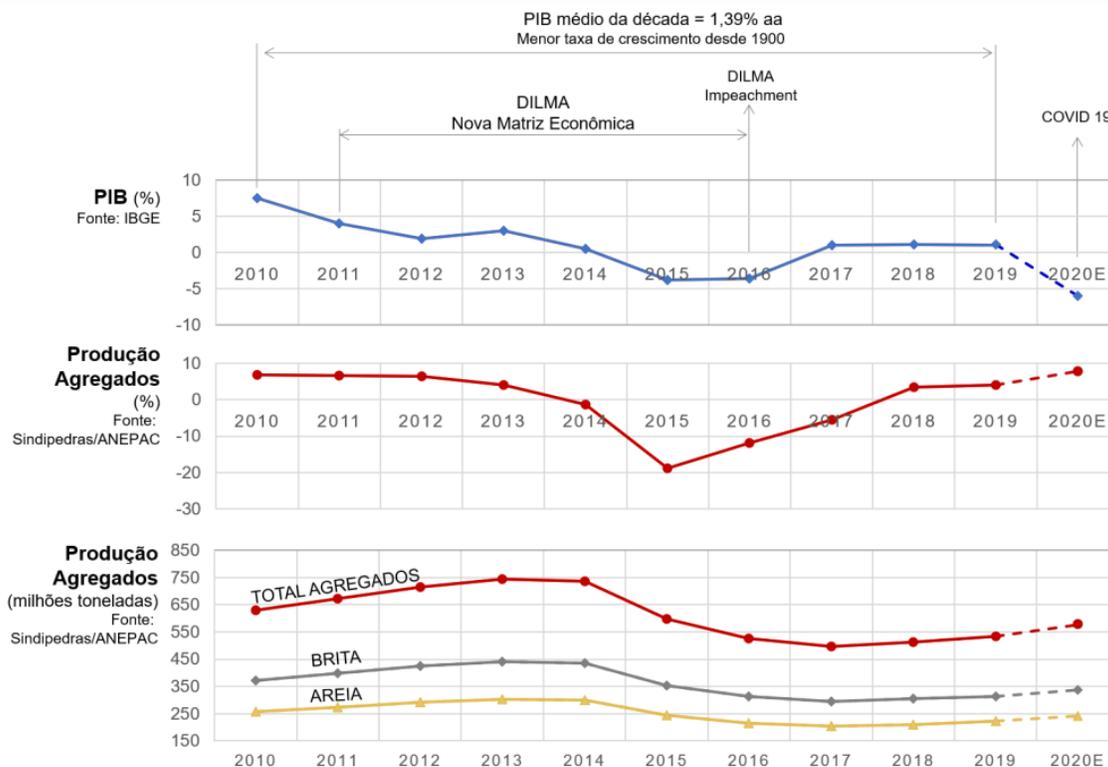
Como os agregados são recursos naturais, sua extração quase sempre fica longe do local de sua utilização e somado o fato dos órgãos de fiscalização ambiental serem cada vez mais restritivos quanto a outorga de novas jazidas, o preço final do agregado tende a ficar cada vez mais alto e sua disponibilidade cada vez mais escassa (VALVERDE, 2001).

A extração da areia natural está cada vez mais complexa devido às legislações municipais e estaduais, que seguem as diretrizes da Lei nº. 12.651, de 2012, que regulamenta o uso e recuperação de leitos de rios e várzeas, em relação aos recursos naturais disponíveis. A preocupação com o meio ambiente e a busca de materiais alternativos atinge todos aqueles que sabem que essas reservas são escassas e algumas delas não são renováveis (TOKARSKI, 2017).

As restrições à extração de areia natural não reduzem, no entanto, a necessidade de seu uso, uma vez que levantamentos estatísticos mostram um alto consumo sustentado desse agregado no Brasil. A demanda por alternativas que possam substituí-las com eficiência e qualidade passa pelo processo de conscientização de pesquisas e estudos para encontrar a alternativa técnica e econômica certa (LA SERNA E REZENDE, 2009).

No Brasil o crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) está relacionado diretamente ao setor da construção civil, sendo este, o setor de maior geração de postos de trabalho. O consumo de recursos minerais na construção civil está ligado diretamente ao crescimento da demanda por bens e serviços e ao crescimento populacional, conforme mostra a Figura 1 (BRASIL MINERAL, 2020).

**Figura 1: Produção de agregados comparado com o PIB**



Fonte: Brasil Mineral (2020).

Para Menossi et. al. (2010) existe a necessidade de encontrar um novo material alternativo para substituir a areia do rio, pois sua extração gera erosão excessiva do rio causando danos ambientais que devem ser evitados. Ainda assim, de acordo com os autores, muitos pesquisadores encontram diversos materiais que podem substituir a areia do rio, sendo que um dos principais materiais são os subprodutos gerados nas pedreira, o chamado pó de pedra ou areia de britagem. Usando diferentes proporções desses materiais; Em combinação com a areia de rio necessária na argamassa, podem ser obtidos bons resultados em termos de uso e durabilidade.

Sob o olhar econômico, o menor custo da areia de britagem em relação à areia de rio em regiões onde esse produto é escasso ou distante dos centros de abastecimento é de grande importância. Do ponto de vista ambiental pode ser mencionado o fato de que a areia de britagem veio completar a demanda gerada devido as restrições impostas a extração das areias dos leitos de rios (PANDOLFO e MASUERO, 2005).

A sustentabilidade deve estar presente em todos os projetos desde sua concepção. Para isso o uso de novos materiais em substituição aos tradicionais vem sendo uma boa alternativa para minimizar os impactos ao meio ambiente. Surge como alternativa à utilização da areia natural o uso de areia de britagem. A pesquisa da substituição de areia natural por areia de britagem de rochas basálticas é incipiente no Brasil, tendo um bom potencial de utilização na confecção de argamassas de revestimento.

Um dos ensaios mais importantes para avaliar a qualidade da argamassa é o ensaio de resistência de aderência à tração. A NBR 13528 (ABNT, 2019) define aderência como a propriedade do revestimento de resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface com o substrato além de avaliar a interação entre as camadas constituintes do sistema de revestimento (base, preparo da base e revestimento). Essa norma propõe os procedimentos de ensaio para determinação do ensaio de resistência de aderência à tração.

Segundo Araújo (2014), a aderência é uma das mais importantes propriedades na análise de desempenho de argamassas, a qual possibilita analisar a sua fixação ao substrato que foi aderida. Thurler e Ferreira (1995) definem a aderência como sendo a ligação de natureza atômica ou molecular existente na interface entre um corpo sólido e outro qualquer. Pereira (2012) afirma que esta ligação pode ser tanto física obtida pelo engaste entre o substrato e o adesivo, quanto química obtida por meio de forças eletrostáticas de Van Der Waals. Assim, Carasek (1996) esclarece que a aderência está relacionada com as interações resultantes de fenômenos químicos ou físico-químicos.

A NBR 13749 (ABNT, 2014) determina que os revestimentos de argamassas para locais internos tenham uma resistência de aderência mínima de 0,20 MPa para paredes interna e tetos. Já para locais externos devem apresentar a resistência de aderência mínima de 0,30 MPa na idade de 28 dias.

Dentre os autores pesquisados, que estudaram a incorporação de areia de britagem na argamassa, podemos notar que apenas três autores realizaram o ensaio de aderência à tração. Isso pode se dar ao fato de que esse tipo de ensaio requer vários equipamentos e que nem sempre estão à disposição dos pesquisadores.

No geral, poucos autores tem pesquisado sobre a substituição da areia natural pela areia de britagem em argamassas para revestimento de paredes e tetos, isso cria uma lacuna de pesquisa na área, o que corrobora para justificar a importância de mais pesquisas sobre esse tema. O Quadro 1 mostra os resultados encontrados pelos autores no ensaio de aderência à tração.

Dentre os resultados encontrados pelos autores podemos notar que Rosa (2013) e Tokarski (2017) observaram ganhos na aderência à tração a medida em que aumentavam a porcentagem de areia de britagem na argamassa. Em geral esse aumento é percebido até 30 ou 40% de areia de britagem, valores maiores tendem a diminuir o valor da aderência à tração, quando comparado ao traço de referência (100% de areia natural).

Diógenes (2016) obteve valores próximos a 0,20 MPa (valor mínimo para revestimentos internos), isso pode se dar ao fato de que a autora é a única que estava pesquisando areias da região nordeste do Brasil, enquanto Rosa (2013) e Tokarski (2017) trabalharam com areias da região sul do

Brasil. E por se tratarem de recursos naturais, as areias tendem a variar muito suas características, conforme sua localização geográfica.

**Quadro 1: Resultados de aderência à tração encontrados pelos autores**

Autor(es)	Traços (%)	Aderência à tração (MPa)
Rosa (2013)	AB1,5	0,28
	AB6	0,27
	AB10	0,39
	AB20	0,29
	AB30	0,34
Diógenes <sup>1</sup> (2016)	AN100	0,21
	AB25	0,16
	AB50	0,14
	AB75	0,21
	AB100	0,19
Tokarski (2017)	AN100	0,55
	AB20	0,73
	AB40	0,72
	AB60	0,58
	AB80	0,65
Legenda: AN: Areia Natural; AB: Areia de Britagem 1: Resultados para Areia de Britagem D		

Fonte: Autores (2022).

## 2 OBJETIVO

Avaliar a influência da substituição de areia natural por areia de britagem de rochas basálticas na resistência de aderência à tração em argamassas de revestimento.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Preparação da argamassa

Para confecção das argamassas foram utilizados os aglomerantes: cimento CII E-32, cal hidratada CH-III e aditivo plastificante, afim de conferir maior trabalhabilidade e plasticidade as argamassas produzidas. Os agregados empregados foram: areia natural lavada quartzosa proveniente do Rio Tietê e extraída na cidade de Pederneiras/SP (distante 30 Km de Bauru/SP) e areia de britagem de rochas basálticas (chamado também de pó de pedra) coletado na Pedreira Nova Fortaleza, situada na cidade de Pederneiras/SP. Os materiais utilizados estão ilustrados na Figura 2.

**Figura 2: Materiais utilizados para fabricação das argamassas**



Legenda: A) Areia Natural; B) Areia de Britagem;  
C) Cimento CII E-32; D) Cal hidratada CH-III

Fonte: Autores (2022).

Primeiramente os agregados passaram por peneiramento, em peneiras com abertura de 2,8mm com o objetivo de retirar impurezas e uniformizar o diâmetro máximo dos agregados. Com o objetivo de verificar a composição granulométrica realizou-se o ensaio de granulometria, conforme a NBR NM 248 (ABNT, 2003). O ensaio foi realizado em uma amostra (300g) de cada agregado utilizado, com grãos passantes na peneira de abertura 2,8 mm. Foram realizadas várias composições entre a areia natural e a areia de britagem, sendo elas descritas na Tabela 1.

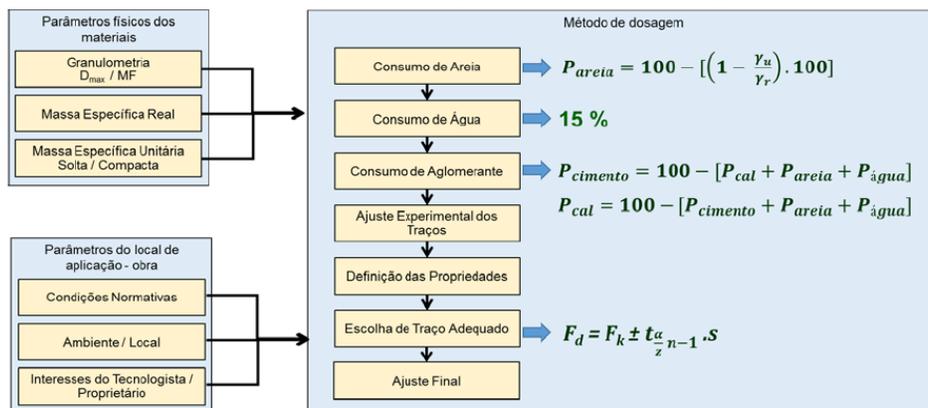
**Tabela 1 - Composição das areias para estudo granulométrico**

Nome do Traço	Quantidade	
	Areia Natural (%)	Areia de Britagem (%)
AN 100	100	0
AB 10	90	10
AB 20	80	20
AB 30	70	30

Fonte: Autores (2022).

Para definição no traço foi utilizado um método de dosagem para argamassas com areia de britagem criado por Santos et.al. 2018. O método proposto corresponde a um conjunto de atividades sequenciais, ilustrado no fluxograma da Figura 3, que permite obter um proporcionamento de materiais, desenvolver testes experimentais e definir o traço mais adequado (SANTOS et al. 2018).

**Figura 3 - Fluxograma do método de dosagem**



Fonte: SANTOS et al. (2018).

A partir do método de dosagem de Santos et al. (2018) foi possível encontrar o traço de referência (Tabela 2), utilizado para confecção de todas as misturas de areias propostas neste estudo.

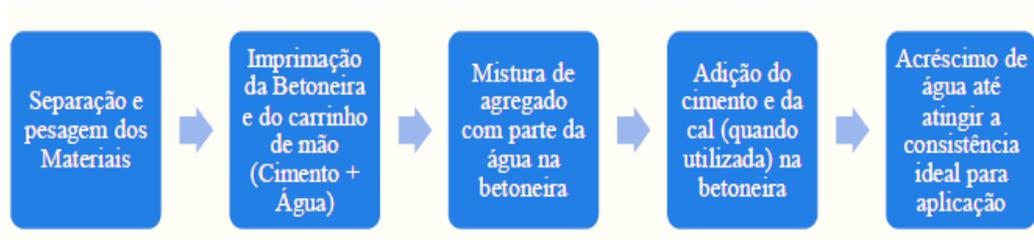
**Tabela 2 - Traço de referência**

Unidade	Cimento	Cal	Areia	Água
(%)	10,39	8,01	62,11	18,68
Volume (L)	1,000	0,770	5,975	1,798
Massa (Kg)	1,000	0,474	8,286	1,504

Fonte: Autores (2022).

A confecção das argamassas consistiu na separação e pesagem precedente dos materiais, de acordo com cada traço, imprimação da betoneira e do carrinho de mão utilizados, mistura em betoneira de eixo vertical (devido à predominância desse equipamento em obra). Iniciou-se colocando apenas o agregado com uma parcela da água, para a condição de semi-saturação do agregado, conforme recomendação de Buttler (2003), Miranda (2005) e Neno (2010). As etapas detalhadas da mistura são apresentadas no fluxograma da Figura 4. A quantidade de material em cada traço foi suficiente para a produção de todos os corpos de prova sem a necessidade de uma nova mistura, evitando variabilidade dos resultados devido a qualquer tipo de alteração entre o processo de produção das argamassas.

Figura 4 - Fluxograma do processo de confecção das argamassas



Fonte: Autor (2022).

Como substrato foram utilizados tijolos cerâmicos de 8 furos (tijolo baiano), com dimensão de 19x19x9mm, os tijolos foram primeiramente chapiscados com argamassa de traço 1:3 (cimento: areia média), com adição de aditivo adesivo para melhor adesão do chapisco no substrato. Foi aguardado três dias para a cura do chapisco, para então fazer a aplicação da argamassa.

### 3.2 Ensaio resistência de aderência à tração

A resistência de aderência à tração foi avaliada por meio do ensaio de arrancamento (pull-off test), realizado de acordo com os procedimentos estipulados pela NBR 13528 (ABNT, 2019), que determina a extração de doze amostras de revestimento, escolhidas aleatoriamente. O ensaio foi executado de acordo com as especificações a seguir.

1) Os corpos de prova foram preparados em laboratório em revestimentos aplicados sobre blocos cerâmicos, dispostos sobre bancada, mantidos em temperatura ambiente no laboratório durante 28 dias;

2) Foram retirados doze corpos de prova com seção circular, de 50 mm de diâmetro, para cada traço;

3) O corte foi feito utilizando-se serra de copo e com borda diamantada e com profundidade de 20mm;

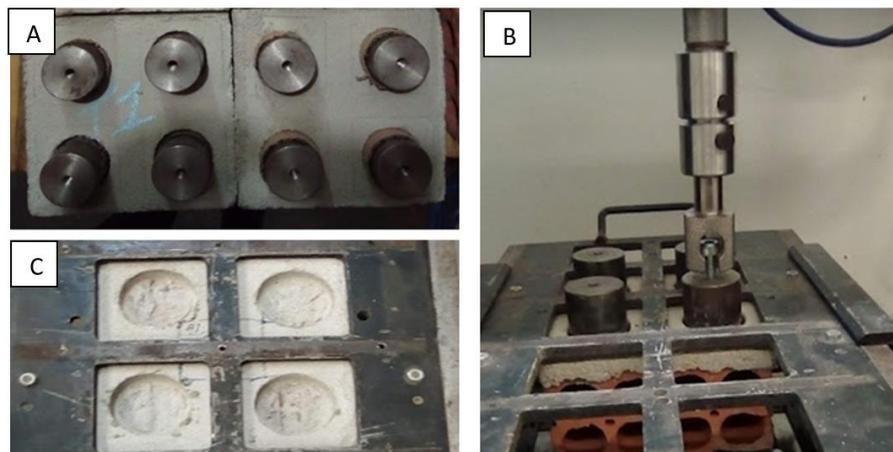
4) A superfície do corpo de prova sobre a qual será fixada, com utilização de cola epóxi, a pastilha (metálica, não deformável com a carga de ensaio, de seção circular, com 50 mm de diâmetro, com um furo no centro para acoplamento do equipamento de tração), foi limpa para a remoção de partículas descartáveis;

5) Acoplou-se o equipamento de tração à pastilha e iniciou-se a aplicação do esforço de tração, perpendicularmente ao corpo de prova, até a ruptura do mesmo, anotando-se o valor da carga e a forma de ruptura, verificando a zona mais frágil do revestimento;

6) A tensão de ruptura foi determinada então, dividindo-se a tensão de ruptura (MPa) pela área da seção do corpo de prova (mm<sup>2</sup>). Os resultados dependem da forma de ruptura do corpo de prova, a tensão encontrada equivale à resistência à tração da seção de ruptura.

Os resultados obtidos foram comparados aos valores da NBR 13749 (ABNT, 2013), que estipula os valores mínimos para o revestimento (0,20 MPa para paredes internas e 0,30 MPa para paredes externas). O procedimento experimental é apresentado na Figura 5.

**Figura 5 - Ensaio de resistência de aderência à tração**

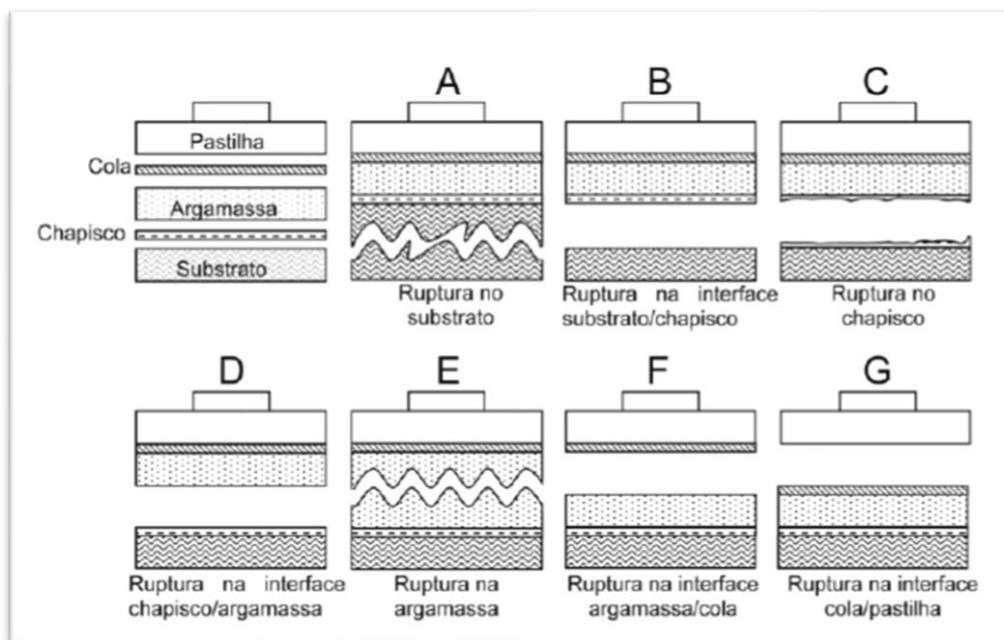


Legenda: A) Pastilhas coladas aos CPs; B) Realização do ensaio; C) CPs após o arrancamento

Fonte: Autores (2022).

A NBR 13528 (ABNT, 2019) também classifica os tipos de rupturas possíveis, que podem ocorrer nos corpos de prova do ensaio de aderência à tração, conforme ilustra a Figura 6.

**Figura 6 - Tipos de rupturas do corpo de prova na aderência à tração**



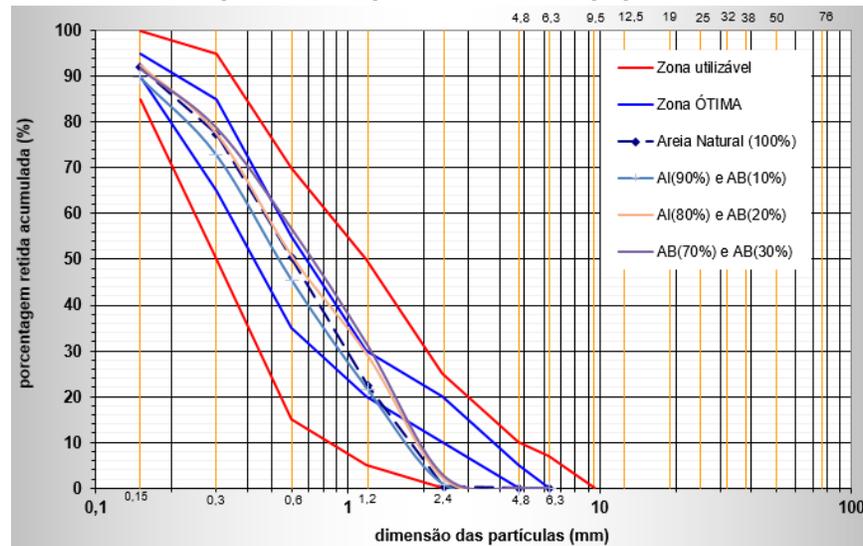
Fonte: NBR 13528 (ABNT, 2019).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Composição granulométrica

A curva granulométrica média dos agregados é apresentada na Figura 7 em que se pode observar que os agregados estão inseridos na área delimitada pela zona utilizável, estabelecida na NBR 7211 (ABNT, 2009), que foi utilizada como referência.

**Figura 7 - Curvas granulométricas dos agregados**



Fonte: Autores (2022).

Com relação a granulometria, todos os traços atendem as recomendações e estão incluídos nas zonas utilizáveis inferior e superior, em especial os traços AB10 (90% de areia natural e 10% de areia de britagem) e AB20 (80% de areia natural e 20% de areia de britagem), encontram-se no intervalo balizado pelas zonas ótimas superior e inferior de granulometria, dos agregados miúdos, recomendado pela norma.

#### 4.1 Ensaio de aderência à tração

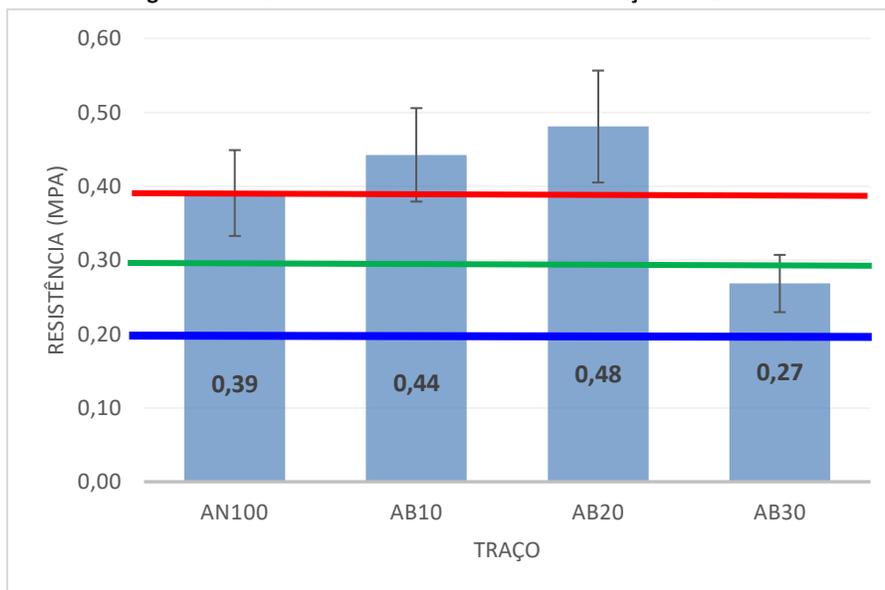
Foram realizados ensaios para determinação da resistência de aderência à tração para todos os traços propostos das argamassas na idade de 28 dias. Conforme determina a NBR 13258/2019 foram utilizados 12 corpos de prova. A mesma NBR estabelece um valor mínimo de aderência à tração de 0,20MPa para revestimentos internos e 0,30MPa para revestimentos externos.

A primeira análise de resistência de aderência à tração foi feita com a média geral dos 12 corpos de prova para cada traço, mostrando AB 10 (0,44 MPa) e AB 20 (0,48 MPa) com valores superiores a AN 100 (0,39 MPa). O traço AB 30 (0,25 MPa) ficou acima no valor mínimo exigido para revestimentos internos. Na Figura 8, o gráfico mostra os resultados comparados com o traço de referência (linha vermelha) e com os valores mínimos exigidos pela NBR 13258/2019 para revestimentos externos (linha verde) e revestimentos internos (linha azul).

Uma boa parte dos pesquisadores que estudaram argamassa com areia de britagem não realizaram o ensaio de aderência a tração, talvez por ser um ensaio com nível de complexidade

elevado em relação aos outros ensaios para argamassa, contudo dentre os pesquisadores que realizaram este ensaio é possível notar que os resultados encontrados nesta pesquisa foram melhores do que os encontrados por Rosa (2013) e Diógenes (2016), indicados no Quadro 1.

**Figura 8 – Gráfico de resistência de aderência à tração aos 28 dias**



Fonte: Autores (2022).

O Quadro 2 mostra o resultado obtido com cada CP (Corpo de Prova) analisado, sua resistência alcançada, bem como o tipo de ruptura. Ao final o Quadro 2 mostra também a média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada traço estudado.

**Quadro 2 – Corpos de prova e tipos de rompimento**

CP	AB10	T.R.	AB20	T.R.	AB30	T.R.	AN100	T.R.
	MPa		MPa		MPa		MPa	
1	0,47	E	0,55	E	0,19	E/C	0,34	E/C
2	0,49	E	0,48	E	0,29	E	0,31	E
3	0,48	E	0,36	E/C	0,27	E	0,38	E/C
4	0,48	E	0,39	E	0,25	E	0,38	E
5	0,47	E	0,48	E/C	0,28	E	0,45	E
6	0,38	C	0,41	E	0,34	E	0,45	E
7	0,46	E	0,47	E	0,24	C	0,32	C/E
8	0,56	E	0,5	E	0,32	E	0,48	E
9	0,43	C/E	0,43	E/C	0,28	C/E	0,44	E
10	0,35	C	0,58	E	0,26	C	0,38	E
11	0,36	C	0,61	E	0,25	C	0,33	E/C
12	0,38	E	0,51	E	0,25	E	0,43	E
Média	0,44		0,48		0,27		0,39	
D.P.	0,06		0,08		0,04		0,06	
C.V.(%)	14,30		15,75		14,46		14,86	

Legenda:  
C.P.: Corpo de Prova; C.V.: Coeficiente de variação; D.P.: Desvio Padrão; T.R.: Tipo de Ruptura

Fonte: Autores (2022).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa procurou estudar o desempenho de argamassas fabricadas com incorporação de areia de britagem provenientes das pedreiras localizadas na Região de Bauru/SP. Os resultados obtidos revelam um desempenho satisfatório por parte das argamassas modificadas e espera-se, com este artigo, ter contribuído para o aprofundamento do conhecimento das propriedades das argamassas com incorporação de agregados miúdos de britagem.

Atualmente a argamassa com areia de britagem, tanto para assentamento quanto para revestimento, é pouco utilizada no setor da construção na Região de Bauru/SP, possivelmente devido ao desconhecimento do desempenho desse material. Entretanto as reservas de rochas basálticas são abundantes na Região de Bauru/SP, o que possibilita o uso da areia de britagem em substituição a areia natural, reduzindo os impactos ao meio ambiente causados pela sua extração nos rios e dando uma destinação que agrega mais valor ao subproduto gerado nas pedreiras.

Pode se afirmar que é viável a substituição da areia natural pela areia de britagem para produção de argamassas melhorando o desempenho dos revestimentos, até a proporção de 20% de areia de britagem e 80% de areia natural (Traço AB20) para revestimentos externos e para revestimentos internos, a substituição pode chegar até a 30% de areia de britagem (Traço AB30), sem comprometer a qualidade do revestimento executado.

Ao final podemos concluir que este estudo experimental permitiu aprofundar o conhecimento sobre as propriedades de argamassas com incorporação de areia de britagem, em

particular na Região de Bauru/SP, em substituição do agregado miúdo natural, possibilitando assim a redução da exploração deste recurso natural.

## **AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – Campus de Bauru) pelo apoio recebido.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16541**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura para realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ANTAC). **Grupo Argamassas**. 2020. Disponível em: < <https://www.antac.org.br/argamassa> > Acesso em: 10 jan. 2020.

ARAÚJO, N. N. de. **Desempenho de argamassas de revestimento produzidas com agregados reciclados oriundos do resíduo de construção e demolição da grande Natal-RN**. 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

BRASIL MINERAL. **O novo normal na indústria de agregados**. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/o-%E2%80%9Cnovo-normal%E2%80%9D-na-ind%C3%A9ria-de-agregados>. Acesso em: 22/03/2021.

CANOVA, J. A. Substituição do cimento por finos de britagem em argamassa de revestimento. **Ciência & Engenharia**, v. 26, n. 2, p. 11–19, 9 Mar 2018.

CARASEK, H.; GIRARDI, A.C.C.; ARAÚJO, R.C.; ANGELIN, R.; CASCUDO, O. Estudo e avaliação de agregados reciclados de resíduo de construção e demolição para argamassas de assentamento e de revestimento. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v.64, n.64, p. 288-300, 2018.

CARASEK, H.; ARAÚJO, R.C.; CASCUDO, O.; ANGELIN, R. Parâmetros da areia que influenciam a consistência e a densidade de massa das argamassas de revestimento. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v.21, n.3, pp. 714 –732, 2016.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CASCUDO, H. C. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. Boletim Técnico. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, n. 68, 1995.

CINCOTTO, M. A.; QUARCIONI, V. A.; JOHN, V. M. Cal na Construção Civil. In: ISAIA, G. C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. v. 1. p. 693-725.

DIÓGENES, A. G.; **Estudo do comportamento de argamassas de revestimento com areia de britagem da Região Metropolitana de Fortaleza**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FALCÃO BAUER, L. A. **Materiais de Construção**. Volume 1. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FREITAS, C. **Argamassas de revestimento com agregados miúdos de britagem da região metropolitana de Curitiba: propriedades no estado fresco e endurecido**. 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ISHIKAWA, P. H.; CAMARINI, G. Comportamento da areia artificial, de origem granítica, na argamassa para assentamento de bloco de concreto simples para alvenaria. In. SUFFIB – SEMINÁRIO: Uso da Fração Fina da Britagem, 2, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2005. P.47-62.

GOLDONI, A.G.; PANDOLFO, L.M.; GOMES, A.P.; FOLLE, D.; MARTINS, M.S.; PANDOLFO, A. Avaliação de um método baseado em análise de imagens para obtenção de parâmetros de forma em grãos de areia de britagem. **Revista Ibracon de Estruturas e Materiais**, São Paulo, v. 8, n. 5, p. 584-590, out./2015.

GUACELLI, P. A. G. **Substituição da areia natural por areia de britagem de rochas basálticas para argamassas de revestimento**. 2010. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Centro de Tecnologia e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2009.

HOQUE, T.; RASHID, M. H.; HASAN, MD. R.; MONDOL, E. F. Influence of stone dust as partially replacing material of cement and sand on some mechanical properties of mortar. **Advanced Structures and Geotechnical Engineering**, v. 2, n. 2, p. 54-57, abr. 2013

KAZMIERCZAK, C. de S.; ROSA, M.; ARNOLD, D.C.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.

LA SERNA, H. A.; REZENDE, M. M. **Agregados Para a Construção Civil**. Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009. Disponível em: <<http://anepac.org.br/wp/wp-content/uploads/2011/07/DNPM2009.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2019.

PANDOLFO, L. M.; MASUERO, A. B. Propriedades das argamassas de revestimento produzidas com areia natural e areia de basalto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis e INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON MORTARS TECHNOLOGY, 1., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005. p. 53 -58.

ROSA, M. **Análise do efeito do teor de microfinos nas propriedades das argamassas de revestimento com utilização de areia de britagem basáltica.** 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo-RS, 2013.

RATO, V. N. P. M. **Influência da Microestrutura Morfológica no Comportamento de Argamassas.** 2006. 314 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2006.

SANTOS, W. J. dos; ALVARENGA, R. de C. S.; SILVA, R. C. da; PETROTI, L. G.; SOUZA, A. T.; FREIRE, A. S. Análise da influência do tipo de agregado miúdo nas características e dosagem de argamassas mistas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 271-288, out./dez. 2019.

SANTOS, W. J. dos; ALVARENGA, R. de C. S. S.; PEDROTI, L. G.; SILVA, R. C. da; FREIRE, A. S.; MORAES, B. A. de; CARVALHO, C. C. Proposta de método de dosagem para argamassas de revestimento com areia artificial de britagem. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 225-243, jan./mar. 2018.

SILVA, Narciso Gonçalves Da. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária.** 2006. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/4660>>. Acesso em: 7 abr 2021.

TOKARSKI, R. B.. **Comportamento da areia de britagem de rocha calcária na argamassa de revestimento.** 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/2736>>. Acesso em: 4 mar 2021.

TRISTÃO, F. A. **Influência dos parâmetros texturais das areias nas propriedades das argamassas mistas de revestimento.** 2005. 228 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MENOSSE, R. T. *et al.* **Pó de Pedra: uma alternativa ou um complemento ao uso da areia na elaboração de misturas de concreto.** **HOLOS Environment**, v. 10, n. 2, p. 209-222, 2010.

VALVERDE, F. M. **Agregados para a construção civil: Balanço Mineral Brasileiro,** São Paulo: Associação Nacional das Entidades Produtoras de Agregados para a Construção, 2001.