

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO EM ARGAMASSAS COM RESÍDUO DE FUNDIÇÃO

KOSLOWSKI, Kássia T. S.(1); TODT, Tatiane (2); PEREIRA, Helena R. S. (3)

(1)Graduanda em Engenharia Civil na Católica de Santa Catarina

(2)Graduanda em Engenharia Civil na Católica de Santa Catarina

(3)Doutoranda em Ciência e Engenharia dos Materiais na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e professora Mestre do curso de Engenharia Civil da Católica de Santa Catarina

E-mail: helena.pereira@catolicasc.org.br

RESUMO

A aderência é uma propriedade essencial das argamassas e descreve a resistência e a extensão do contato entre a argamassa e uma base. Com o objetivo de analisar a resistência de aderência à tração em argamassas com a incorporação de resíduos de fundição foi adotado um modelo de dez misturas de três componentes, onde as argamassas serão preparadas usando aglomerantes (20% a 30% em massa), areia (65% a 75% em massa) e resíduo de fundição (5% a 15% em massa). Os aglomerantes utilizados foram cimento e cal em proporções iguais em massa e a quantidade de água utilizada foi a necessária para a obtenção de um índice de consistência fixado em 255 ± 10 mm. Os valores encontrados para a resistência de aderência à tração mostram que a incorporação do resíduo é viável em relação a esta propriedade nas argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos.

Palavras-Chave: Argamassas, resíduos de fundição, retenção da água.

1 INTRODUÇÃO

A indústria metalúrgica, grande geradora de resíduos, tem como exemplo de resíduos sólidos gerados no processo de fundição, a areia de fundição, a escória de fundição, o pó de exaustão e a lama de tratamento da água de refrigeração e cavaco de usinagem. O pó de exaustão, cujo uso em argamassa este trabalho pretende estudar e analisar, é um material fino originado no processo de fabricação dos moldes de areia das peças metálicas.

Atualmente, é possível perceber que o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente eficazes e seguras para o retorno destes resíduos a cadeia produtiva é extremamente importante.

Segundo Rocha e John (2003), a importância do aproveitamento de resíduos na construção civil deve-se basicamente a possibilidade de desenvolvimento de materiais de baixo custo a partir de resíduos industriais, disponíveis localmente, através da investigação de suas potencialidades e ao uso de materiais e processos que causem mínimo impacto na cadeia produtiva.

Experiências de sucesso no desenvolvimento de produtos com incorporação de resíduos para construção civil estão sendo impulsionadas pela legislação ambiental e pela política que visa reduzir a eliminação direta dos resíduos em aterros, sem prévia valorização ou tratamento (ROCHA e JOHN, 2003).

As argamassas são materiais de construção utilizados principalmente no assentamento de alvenarias e revestimento de paredes e tetos. As argamassas de assentamento de alvenaria e de emboço e reboco (revestimento de tetos e paredes) possuem convencionalmente em sua composição areia, cal, cimento Portland e muito freqüentemente aditivos para melhorar algumas das propriedades. O estudo de propriedades técnicas de argamassas com incorporação de resíduos traz benefícios a toda sociedade, pois a substituição parcial do agregado miúdo pelo resíduo pó de exaustão de fundição é conveniente economicamente e ambientalmente.

No caso de argamassas de assentamento, uma propriedade importante é a aderência, sendo que ela permitirá que a parede resista aos esforços de cisalhamento e de tração, além de garantir as estanqueidades das juntas, impossibilitando a penetração da água das chuvas. Assim, quanto melhor for o contato entre a argamassa e o substrato maior será a aderência obtida, sendo que esta está diretamente relacionada com a trabalhabilidade, com a energia de impacto, além das características e propriedades dos substratos e de fatores externos.

Já nos revestimentos de argamassa, a aderência tem grande importância, pois, se ela falhar, pode ocorrer em casos extremos, danos às vidas humanas pelo descolamento e queda de pedaços de revestimento.

É importante salientar que o estudo contribui para o conhecimento e divulgação de propriedades técnicas de novos produtos com incorporação de resíduos gerados na região, tendo em vista que o desenvolvimento sustentável requer uma redução do consumo de matérias-primas não renováveis.

Assim, a pesquisa objetivou analisar a resistência de aderência à tração em argamassas com resíduos de fundição possibilitando o conhecimento técnico

científico sobre propriedades de produtos com incorporação de resíduos para a construção civil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DOSAGEM DAS ARGAMASSAS

Um modelo de dez misturas de três componentes foi adotado, sendo as argamassas preparadas com 20% a 30% em massa de aglomerantes, 65% a 75% em massa de areia e 5% a 15% em massa de resíduo de fundição.

A cal e o cimento utilizados são de proporções 1:1 e o resíduo de fundição que é o pó de exaustão, conforme mostra a figura (1), foi toxicologicamente testado e aprovado, podendo ser incorporado em argamassas não ocasionando riscos ao meio ambiente ou à saúde pública (KNOP, 2009; SANTOS, VALENTINA, SEMPTIKOVSKI E GALUPPO, 2010). A areia utilizada é comercialmente conhecida como areia comum, vendida em sacos de 20 Kg com módulo de finura de 2,32.



Figura 1 - Resíduo de fundição

2.2 PRODUÇÃO DAS ARGAMASSAS

Segundo Ribeiro (2011), hoje existe dois tipos de argamassa, a simples e a mista. A simples utiliza apenas o cimento e a areia. Já a mista utiliza o cimento, cal e areia.

Neste projeto, foram produzidas argamassas mistas com valores baseados em traços pré-fixados utilizados em argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos, sendo utilizados valores mínimos e máximos para a quantidade dos materiais constituintes das argamassas conforme dados apresentados na tabela (1):

Mistura	Aglomerante (%)	Areia (%)	Resíduo (%)
1	30,00	65,00	05,00
2	20,00	75,00	05,00
3	20,00	65,00	15,00
4	25,00	70,00	05,00
5	25,00	65,00	10,00
6	20,00	70,00	10,00
7	23,33	68,33	08,33
8	26,67	66,67	06,67
9	21,67	71,67	06,67
10	21,67	66,67	11,67

Tabela 1 – Composição das argamassas em massa

Para a produção da argamassa e caracterização da sua resistência de aderência à tração, utilizaram-se os seguintes materiais e equipamentos: Balança com capacidade de 60 kg; cimento (CPII-F32); cal hidratada (Cal-CH₃); areia comum; água conforme traço; betoneira de 120 litros; baldes para reservatório; pano limpo; medidor metálico; luvas, óculos, máscara e jaleco; colher de pedreiro; proveta; pastilhas; serra copo Metabo SBD560; paquímetro; cola à base de epóxi Sikadur 31; dinamômetro de tração – Solo Teste; panos para limpeza do pó e espátula.

2.2.1 Preparo da argamassa de assentamento

Para o preparo da argamassa foi seguida a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e os procedimentos estabelecidos na NBR 13276 (2005), sendo que a quantidade de materiais para cada mistura, conforme a tabela (2) foi preparada na betoneira de 120 litros.

Misturas	Cimento (g)	Cal (g)	Areia (g)	Resíduo (g)	Água – Mistura com areia comum (ml)
1	1440	1440	6240	480	2100
2	960	960	7200	480	2100
3	960	960	6240	1440	2100
4	1200	1200	6720	480	2100
5	1200	1200	6240	960	2100
6	960	960	6720	960	2100
7	1120	1120	6560	800	2100
8	1280	1280	6400	640	2100
9	1040	1040	6880	640	2100
10	1040	1040	6400	1120	700

Tabela 2 – Quantidade de material para cada mistura

2.2.1.1 Preparo da argamassa com areia comum

Com a dosagem correta e após a pesagem dos materiais, despejou-se na betoneira: a cal, a areia, o resíduo de fundição e uma porcentagem da água. A homogeneização dos materiais realizou-se no período de quatro minutos (4 min), de acordo com a NBR 13276 (2005) e depois de misturada, a massa foi depositada em um balde. Esse procedimento repetiu-se mais nove vezes, tendo cada mistura os seus respectivos valores.

Após o descanso de vinte e quatro horas (24h) das misturas nos baldes, as mesmas foram depositadas novamente na betoneira sendo adicionado o cimento e o restante da água, misturados por mais quatro minutos.

Ainda no mesmo dia, foram confeccionadas com essas argamassas dez paredes de alvenaria com três tijolos de base e três tijolos de altura, conforme a figura (2). Posteriormente, com o objetivo de melhorar a aderência do revestimento, foi feito de um lado da parede o chapisco com traço 1:4 utilizando-se argamassa de cimento e areia comum (figura 3).



Figura 2 – Construção das paredes



Figura 3 - Chapisco

2.2.2 Preparo da argamassa de revestimento

Novamente foram produzidas dez misturas de argamassa com areia comum conforme seu traço.

No preparo das argamassas de revestimento foi utilizado o mesmo procedimento das argamassas de assentamento, sendo que no mesmo dia foram

revestidas as paredes de alvenaria com espessura de um centímetro (1 cm) conforme a figura (4).



Figura 4 – Revestimento das paredes

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

A resistência de aderência à tração foi avaliada pelo método que segundo a NBR 13528 (2010) permite a avaliação tanto em laboratório quanto em obra.

Os ensaios foram realizados com idade mínima de 28 dias, devido às argamassas serem de tipo mistas.

2.3.1 Corte do revestimento

Na execução do corte do revestimento, primeiramente foram especificados os lugares dos cortes aleatoriamente, sendo distribuídos em juntas e blocos e devendo ter o espaçamento entre si, além dos cantos e das quinas, de no mínimo 50 milímetros.

O corte foi realizado em uma posição ortogonal à superfície, conforme mostra a figura (5), tendo que ser controlada sua velocidade, inicialmente baixa e aumentando assim conforme sua profundidade, cortando até a superfície do substrato.



Figura 5 – Corte do revestimento

2.3.2 Colagem das pastilhas

Com a superfície limpa, a cola foi homogeneizada e aplicada com a espátula sobre as doze pastilhas sendo imediatamente coladas centradas nos corpos-de-prova delimitado pelo corte e pressionadas de maneira que a cola se espalhasse totalmente, sendo removido o excesso com a espátula (figura 6).



Figura 6 – Colagem das pastilhas

2.3.3 Ensaio

Antes da realização do ensaio, foram extraídos três testemunhos de revestimento sendo assim identificadas suas massas com precisão de 0,1 gramas e foram mantidas em uma estufa a $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ até atingir a massa constante. Depois de 24 horas foram retirados os testemunhos da estufa. Após o resfriamento, foram pesados novamente com precisão de 0,1 gramas e calculado, assim, o teor de umidade em porcentagem de cada testemunho.

Para realizar o ensaio, o dinamômetro de tração permaneceu com seu eixo de aplicação da carga ortogonal ao plano de revestimento, sendo evitado qualquer

impacto ou esforço indesejável, como vibrações e movimentos bruscos, conforme a figura (7). Porém, antes de aplicar o esforço de tração, verificou se o conjunto corpo-de-prova/dinamômetro estava estabilizado e se não havia flutuação do dispositivo de leitura.



Figura 7 – Dinamômetro de tração para ensaio

Aplicando o esforço de tração perpendicular ao corpo-de-prova com uma taxa constante de carregamento até a sua ruptura, foi anotada em uma tabela sua carga (N) obtida para cada corpo-de-prova ensaiado. Assim examinou-se a pastilha do corpo-de-prova ensaiado quanto a eventuais falhas de colagem, como mostra a figura (8).

Em seguida, determinou-se com o auxílio do paquímetro, o diâmetro de cada corpo-de-prova para o cálculo de sua área da seção transversal em milímetros quadrados.



Figura 8 – Tipos de ruptura dos corpos-de-prova

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados satisfizeram as exigências de acordo com a norma NBR 13749/96, que especifica uma resistência de aderência à tração mínima de 0,30 MPa para revestimentos externos e para revestimentos internos de paredes e tetos a resistência de aderência à tração mínima é de 0,20 MPa.

A figura (9) abaixo apresenta a média da variação da resistência de aderência à tração com idade mínima de 28 dias, em MPa, das dez misturas com seus devidos traços pré- fixados.

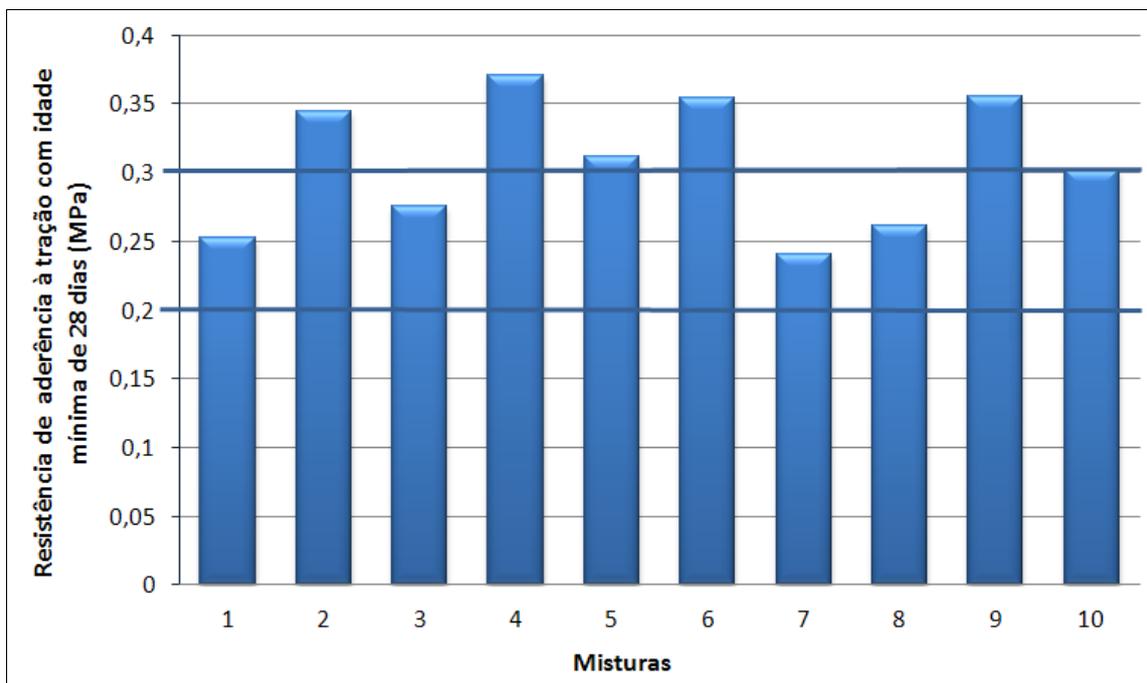


Figura 9 - média da variação da resistência de aderência à tração

4 CONCLUSÕES

Ao concluir o projeto, obteve-se um resultado satisfatório com um valor final encontrado acima de 0,20 MPa para revestimento interno de paredes e tetos que se enquadrou para todas as dez misturas feitas, sendo que 60% das mesmas atingiu um valor igual ou acima de 0,30 MPa, que é o mínimo utilizado em revestimentos externos.

Referindo- se à propriedade de resistência à compressão aos 28 dias, conclui-se que é viável a incorporação do resíduo pó de exaustão de fundição em argamassas de revestimento e assentamento de paredes e tetos nas proporções adequadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação de índice de consistência.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13528: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.** Rio de Janeiro, 1996.

KNOP, W. R. **Estudo da Viabilização da Incorporação do Pó de Exaustão em Massa Cerâmica.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - UDESC, Joinville, 2009.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais.** São Paulo: Arte Interativa, 2007. Cap. 26, p. 863-904.

SANTOS, C. C.; VALENTINA, L. V. O. D.; SEMPTIKOVSKI, S. C. e GALUPPO, W. C. Uso de Pó de Exaustão de Fundição em Substituição Parcial a Areia Natural no Concreto Convencional. In: 52º Congresso Brasileiro de Concreto, Porto de Galinhas– PE, 2010. **Anais.** Ref. 0487, 2010.

RIBEIRO, Carmen Couto; PINTO, Joana Darc da Silva; STARLING, Tadeu. **Materiais de construção Civil.** 3. ed. Belo Horizonte: Editora Ufmg. Escolade engenharia da UFMG, 2011.

ROCHA, J. C.; JOHN, V. M. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional.** Porto Alegre: Coletânea Habitare, 2003. v.4.

ANALYSIS OF RESISTANCE TRACTION ADHERENCE IN THE MORTARS WITH FOUNDRY WASTE

ABSTRACT

The adherence is an essential property of mortars and describes the strength and extent of contact between the mortar and a base. In order to analyze the tensile adhesion resistance in mortars with incorporation of foundry waste, a model of ten mixtures of three components were adopted. The mortars were prepared using binders (20% to 30% mass), sand (65% to 75% mass) and waste (5% to 15% mass).

The binders cement and lime were used in equal proportions by weight and the water used was the necessary amount to obtain a fixed consistency index of 255 ± 10 mm. The values found for the tensile adhesion resistance show that the incorporation of residue is feasible in relation to this property in the mortar for fixing and finishing walls and ceilings.

Keywords: *Mortars, foundry waste, water retention.*