

ADERÊNCIA DE ARGAMASSA EM SUBSTRATO CERÂMICO, COM CAMADA DE CHAPISCO ELABORADO COM SEIXO FINO DA REGIÃO OESTE DO PARÁ

Antônio Rodrigo do Carmo Moreira (PPGEC/UFPA) E-mail: rdcm007@gmail.com

Alcebiades Negrão Macêdo (PPGEC/UFPA) E-mail: anmacedo@ufpa.br

Resumo: Este trabalho visou estabelecer um comparativo em termos de resistência à aderência, através de ensaio de tração de sistemas de revestimentos de argamassa contendo chapisco, como camada de preparo, elaborado com as duas variações de seixo fino específico na região Oeste do Pará, o amarelo e o vermelho. Inicialmente, os agregados passaram por caracterização física e em seguida foram compostas 03 combinações de chapisco para a confecção de três painéis de alvenaria de tijolo cerâmico medindo 1,00m x 1,00m, um para cada combinação. Assim, para a elaboração das argamassas de chapisco (1:3) foi proposta a seguinte metodologia: o primeiro traço contendo seixo fino vermelho (SFV); o segundo com seixo fino amarelo (SFA); e a terceira possuindo os dois tipos de seixo fino (SFV+SFA), na ordem de 50% de cada agregado. Os mesmos foram lançados de forma convencional sobre o substrato, e posteriormente aplicada uma mesma camada de reboco (composta por areia fina na proporção de 1:6) para todas as combinações. Após o processo de cura foram realizados os ensaios de determinação de resistência de aderência à tração em 12 pontos de cada painel, de acordo com os parâmetros descritos na ABNT NBR 13.528:2010. Através dos resultados obtidos foi possível atestar que o método proposto é tecnicamente viável, pois todos os três painéis estudados, com suas respectivas combinações de chapisco adotadas, atingiram a resistência mínima prevista em norma. A combinação elaborada com SFA obteve a maior média de resistência, seguida pela combinação contendo SFV+SFA e SFV.

Palavras-chave: seixo fino, resistência à aderência, chapisco.

ADHERENCE OF MORTAR ON CERAMIC SUBSTRATE, WITH LAYER OF ROUGHCAST ELABORATED WITH FINE PEBBLE FROM THE WEST REGION OF PARÁ

Abstract: This work aimed to establish a comparison in terms of adhesion resistance, through the tensile test of mortar coating systems containing roughcast, as a preparation layer, prepared with the two variations of fine pebble specific in the western region of Pará, the yellow and the Red. Initially, the aggregates underwent physical characterization and then 03 roughcast combinations were composed to make three ceramic brick masonry panels measuring 1.00m x 1.00m, one for each combination. Thus, for the preparation of roughcast mortar (1:3) the following methodology was proposed: the first mix containing fine red pebble (SFV); the second with fine yellow pebble (SFA); and the third one having the two types of fine pebble (SFV+SFA), in the order of 50% of each aggregate. They were conventionally laid on the substrate, and later applied the same layer of plaster (composed of fine sand in the proportion of 1:6) for all combinations. After the curing process, tests were carried out to determine the tensile bond strength in 12 points of each panel, according to the parameters described in ABNT NBR 13.528:2010. Through the obtained results, it was possible to attest that the proposed method is technically feasible, because all three panels studied, with their respective adopted roughcast combinations, reached the minimum strength foreseen in the standard. The combination made with SFA had the highest average resistance, followed by the combination containing SFV+SFA and SFV.

Keywords: fine pebble, adhesion resistance, roughcast.

1. Introdução

Dentre os serviços que compõe uma obra, a etapa de execução de revestimento de argamassa em paredes de vedação e divisão, bem como em peças estruturais, deve ser essencialmente vista como uma fase de extrema importância do ponto de vista técnico,

uma vez que o uso de materiais inapropriados combinado com a má execução de etapas, que passe a não atender aos padrões de qualidade mínimos para o desempenho dos elementos construtivo por um determinado tempo, podem favorecer aparições patológicas imediatas ou futuras (CARASEK e CASCUDO, 2007; TRISTÃO, 1995).

Analogamente, se tratando de sistemas de revestimento de argamassa, Bauer (2012) e Carasek *et al.* (2001) afirmam que o desconhecimento das propriedades físicas e mecânicas dos materiais utilizados, combinado com as falhas de execução e o emprego de forma inadequada, são alguns dos principais fatores que colaboram para um sistema ineficiente e falho, onde possivelmente ocorrerá descolamentos, fissuras e eflorescências, por exemplo.

No Município de Santarém/PA é bastante comum a comercialização de um agregado, no qual Aguiar *et al.*, 2018; Maia, 2015; e Quemel, 2015 classificam como sendo constituído por areia grossa, argila e pequenos fragmentos de seixo, conhecido popularmente como “quebradinho” ou seixo fino. De acordo com os autores, este material é específico da região Oeste do Pará e possui duas variações geológicas de tonalidade, vermelha e amarela. O consumo se dá em função do fácil acesso aos locais de extração e pela abundância do material na região, sendo a Serra do Índio e a Serra do Urubu, os locais de exploração mais conhecidos na cidade.

Quanto a utilização do agregado na construção civil, destacam-se as pesquisas realizadas por Aguiar *et al.* (2018) e Quemel (2015), que atestaram, respectivamente, a eficiência da utilização do seixo fino (“quebradinho”) na composição de chapisco, presente em sistemas de revestimentos com substrato de concreto armado, e em composições de concreto estrutural que não exigem elevados valores de resistência.

No Pará, de acordo as pesquisas realizadas por Madeiro (2012), as areias são classificadas, conforme os preceitos normativos de granulometria, como fina, o que acaba tornando-as praticamente impróprias para chapisco, cujo o recomenda é areia de média à grossa. Desta forma, conforme Bauer (2005), pode-se dizer que para se avaliar os diferentes tipos de agregados que compõem as argamassas de revestimento/chapisco, a análise granulométrica do agregado é o principal método de ensaio utilizado.

Gasperin (2011) salienta que, intrinsecamente, as propriedades e características dos materiais que compõem um sistema de revestimento podem exercer grande influência no desempenho de todo o conjunto. Assim, em decorrência desses fatores, Recena (2008) afirma que a perda de aderência entre as camadas de revestimento e o substrato é o problema patológico mais relevante e preocupante, pois acomete a integridade física da edificação e principalmente dos usuários.

Assim, através dos fatos expostos, o presente trabalho teve como objetivo analisar, por meio de parâmetros normativos, a viabilidade do agregado abordado para o fim mencionado, tomando como base as recomendações da ABNT NBR 13.528:2010, para avaliar a resistência de aderência à tração de sistemas de revestimento de argamassa contendo chapisco confeccionado com seixo fino como camada de preparo, camada de reboco possuindo areia fina e utilizando alvenaria de tijolo cerâmico como substrato.

2. Materiais e Métodos

Para a metodologia empregada neste estudo, a fim de determinar as resistências de aderência à tração propostas, foi construída uma mini parede e demarcados 03 (três) painéis com o objetivo de comportar as duas variações de seixo fino, para a composição de 03 (três) tipos de chapisco a serem lançados de forma manual em substrato de tijolo cerâmico, possuindo a mesma camada de reboco.

2.1 Amostragem

2.1.1 Substrato

Para a confecção dos painéis, foram utilizados tijolos cerâmicos não estruturais de 12 furos de um mesmo lote, fabricados em Santarém/PA, nas dimensões 11,5x19x19 cm. Desta forma, foi construída uma parede padrão para o ensaio, onde delimitou-se uma área afim de comportar cada um dos 03 (três) painéis medindo 1,0 m² (1,00 m x 1,00 m), conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1 – Demarcação dos painéis com fita adesiva.

As dimensões adotadas para os painéis levaram em consideração as exigências impostas pela ABNT NBR 13.528:2010, quanto ao limite mínimo de 50 mm de espaçamentos entre as bordas/quinas e os cortes dos 12 corpos-de-prova.

2.1.2 Agregados

Para o estudo, foram formuladas 03 (três) amostras de agregados para análise da composição granulométrica, verificação do teor de material pulverulento, massa específica e massa unitária nas seguintes configurações: uma amostra de seixo fino vermelho (SFV); outra amostra de seixo fino amarelo (SFA); e uma amostra contendo os dois tipos de seixo fino (SFV+SFA) na mesma proporção em volume (50% de cada um). A Figura 2 mostra o aspecto visual dos dois tipos de seixo fino utilizados.



Figura 2 – Amostras de seixo fino.

As amostras de cada agregado passaram por caracterização granulométrica, conforme os requisitos da ABNT NM 248:2003. Inicialmente as amostras passaram pelo processo de secagem em estufa a 110°C por 24 horas. Posteriormente foram postas no jogo de peneiras da série normal e submetidas ao agitador mecânico, com frequência de vibração de 60Hz, para que a partir da massa retida dos agregados em cada malha, fosse possível determinar o Diâmetro Máximo Característico (DMC), bem como o módulo de finura (MF). Além desses parâmetros, através da NBR NM 46:2003, também foram determinados os teores de materiais pulverulentos das amostras.

2.2 Execução do Sistema de Revestimento de Argamassa

Toda a etapa de execução do sistema de revestimento ocorreu de acordo com parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 7.200:2010 – Execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânica: Procedimento.

Com os 03 (três) painéis de alvenaria executados, foi realizada a limpeza da superfície, conforme as recomendações normativas. Posteriormente foram elaboradas as combinações de chapisco na proporção de 1:3, utilizando o cimento de classe CP II Z-32 RS, aplicado na confecção do chapisco e da camada de reboco, bem como na argamassa de assentamento.

As configurações dos traços de chapisco foram das seguintes formas: o primeiro traço contendo apenas cimento e SFA; o segundo constituído somente por cimento e SFV; e o terceiro possuindo cimento e SFA+SFV, na mesma proporção (50% de cada um em peso). A quantidade de água de amassamento foi a mesma para todas as combinações, com fator a/c de 0,60, a fim de atender a consistência desejada para trabalhabilidade.

A forma de lançamento da argamassa de chapisco foi de maneira convencional. E pelo fato de Santarém possuir um clima bastante quente, com temperaturas acima de 30°C, conforme os dados Aguiar *et al.* (2018), houve a necessidade de realizar a cura úmida da camada de chapisco com aspersão de água três vezes ao dia durante 02 dias.

Após finalizada a cura da camada de chapisco, cumprindo o tempo mínimo de 3 dias, foi aplicado em todos os painéis a camada de revestimento de argamassa (reboco) na proporção 1:6, utilizando areia lavada de rio. E assim como na cura da camada de chapisco, a cura da argamassa de revestimento também foi de forma úmida, com molhagens apenas nos três primeiros dias.

2.3 Ensaio de Resistência de Aderência à Tração

Passado o tempo de cura da camada de reboco (28 dias), foi realizado o ensaio de resistência à tração em cada painel, conforme os parâmetros da ABNT NBR 13.528:2010, onde, primeiramente foram executados, com auxílio de uma serra-copo de 50 mm de diâmetro, os cortes de 36 (trinta e seis) corpos de prova (CP), sendo 12 para cada painel, conforme mostrado na Figura 3a. Posteriormente, foram coladas partilhas metálicas em cada CP com cola à base de resina epóxi (Figura 3b), e posteriormente a secagem, decorrido após 24 horas, foi ancorado em cada pastilha o dinamômetro de tração manual (Figura 3c), a fim de romper os CPs a partir de uma tensão exercida.



Figura 3 – Método executivo para a aferição da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimento de argamassa: a) execução do corte dos CPs; b) colagem das pastilhas metálicas de mesmo diâmetro dos CPs; c) ancoragem do dinamômetro de tração nas pastilhas metálicas e posterior aplicação da tensão de tração.

Os valores de resistência à tração foram calculados a partir do diâmetro do CP conhecido (50 mm), obtendo a sua área em mm^2 , e da força (F) de tração aplicada em quilograma-força (kgf), onde a força foi convertida para Newton (N). Assim, através do princípio da aplicação da força sobre a área, foi gerada a tensão em N/mm^2 , equivalente à MegaPascal (MPa). A Tabela 1 mostra os valores de resistência de aderência à tração mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 13.749:1996, onde leva em consideração o local e o padrão de acabamento do sistema de revestimento.

Os valores de resistência à tração foram calculados a partir do diâmetro do CP conhecido (50 mm), obtendo a sua área em mm^2 , e da força (F) de tração aplicada em quilograma-força (kgf), onde a força foi convertida para Newton (N). Assim, através do princípio da aplicação da força sobre a área, foi gerada a tensão em N/mm^2 , equivalente à MegaPascal (MPa). A Tabela 1 mostra os valores de resistência de aderência à tração mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 13.749:1996, onde leva em consideração o local e o padrão de acabamento do sistema de revestimento.

Tabela 1 – Resistência de aderência à tração mínima estabelecida pela NBR 13.749 (ABNT, 1996).

Local		Acabamento	Ra (Mpa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	0,20
		Cerâmica ou laminado	0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	0,30
		Cerâmica	0,30
Teto		Pintura ou base para reboco	0,20

Os resultados foram analisados estatisticamente, para que fosse possível avaliar as dispersões dos valores de resistência obtidos. Para isso, foram calculados: os coeficientes de variação (CV), para testar o padrão de aceitabilidade do ensaio, levando em consideração as indicações de Carasek (2011), que classifica as variações entre 10% a 35% como aceitáveis; os desvios padrão (S) das resistências à tração dos 12 CPs de cada painel; e Análise de variância (ANOVA). Além disso, também foram analisadas as formas de rupturas (Figura 4) e a relação dos resultados dos ensaios de caracterização dos agregados e do ensaio de arrancamento.

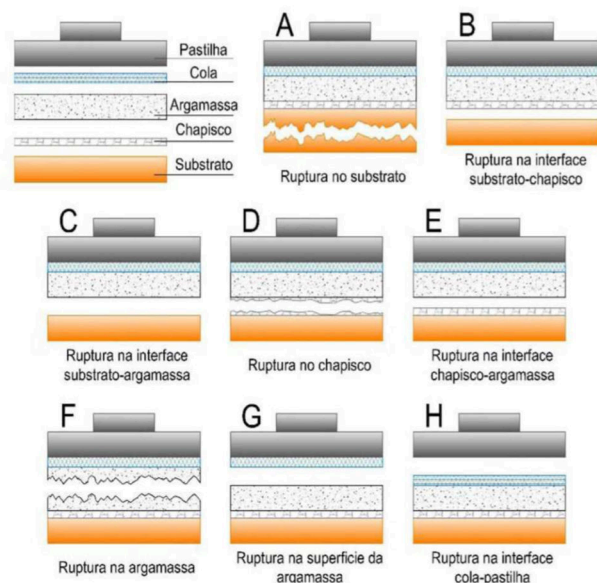


Figura 4 – Formas de rupturas referente ao ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento contendo chapisco como camada de preparo, conforme a NBR 13528 (ABNT, 2010).

3. Resultados

3.1 Caracterização dos agregados

As características dos agregados estão apresentadas na Tabela 2. Nela é possível observar que a amostra de SFA obteve os maiores índices de módulo de finura ($MF = 3,66$), diâmetro máximo característico ($DMC = 9,5$ mm) e teor de material pulverulento (4,3%), enquanto que o SFV e a composição de SFV+SFA possuem, respectivamente, 3,37 e 3,51 de MF, apresentam o mesmo DMC (4,75 mm) e pulverulência semelhantes (3,2% e 3,4%). E com base no módulo de finura, todas as variações de seixo fino avaliadas foram classificadas como areia grossa ($3,30 \leq MF < 3,90$), semelhante aos valores encontrados por Aguiar *et al.* (2018).

Tabela 2 – Valores obtidos na fase de caracterização dos agregados.

ENSAIO	SFV	SFA	SFV+SFA	
Composição granulométrica (ABNT NBR NM 248:2003)	PENEIRAS (mm)	PORCENTUAL RETIDO ACUMUL. (%)		
	9,5	0,26	1,02	0,29
	4,75	2,84	6,29	3,75
	2,36	9,66	18,63	13,69
	1,18	41,89	56,23	49,39
	0,6	89,13	90,98	90,47
	0,3	94,93	94,73	94,97
	0,15	98,41	98,28	98,37
	Fundo	100,00	100,00	100,00
	DMC (mm)	4,75	9,5	4,75
Módulo de Finura (MF)	3,37	3,66	3,51	
Coefficiente Uniformidade (Cu)	2,29	2,61	2,34	
Coefficiente de Curvatura (Cc)	0,54	0,37	0,42	
Teor de Material Pulverulento (NBR NM 46:2003)	3,2%	4,3%	3,4%	
Massa Unitária (NBR NM 45:2006)	1,70 g/cm ³	1,73 g/cm ³	1,72 g/cm ³	
Massa Específica (NBR NM 52:2009)	2,61 g/cm ³	2,57 g/cm ³	2,58 g/cm ³	
Porosidade (n)	35%	33%	33%	
Índice de Vazios (e)	0,54	0,49	0,50	
Fator de empacotamento (E ₀)	65%	67%	67%	

Todas as amostras apresentaram basicamente os mesmos valores para massa específica e massa unitária. O SFV obteve os maiores índices de vazios ($e = 0,54$) e porosidade ($n = 35\%$), enquanto que as demais amostras possuem valores praticamente idênticos para porosidade e índice de vazios. Os cálculos do índice de vazios, porosidade (n) e fator de empacotamento (E_0) foram baseados no trabalho de Carasek *et al.* (2016).

O comparativo das respectivas curvas granulométricas dos agregados pode ser visto na Figura 5. Onde é possível observar que não houveram significativas variações, ou seja, as curvas se comportaram basicamente de formas idênticas. Percebe-se que a amostra de SFA é a que mais se mantém fora do limite superior utilizável, enquanto que o SFV é o que melhor se insere dentro do limite. De modo geral, as três composições de agregado possuem grãos relativamente grandes e ficam retidas em maiores quantidades (cerca de 70 a 80% das amostras) nas peneiras 1,18 mm e 0,6 mm, proporcionando o deslocamento das curvas dos limites estabelecidos por norma.

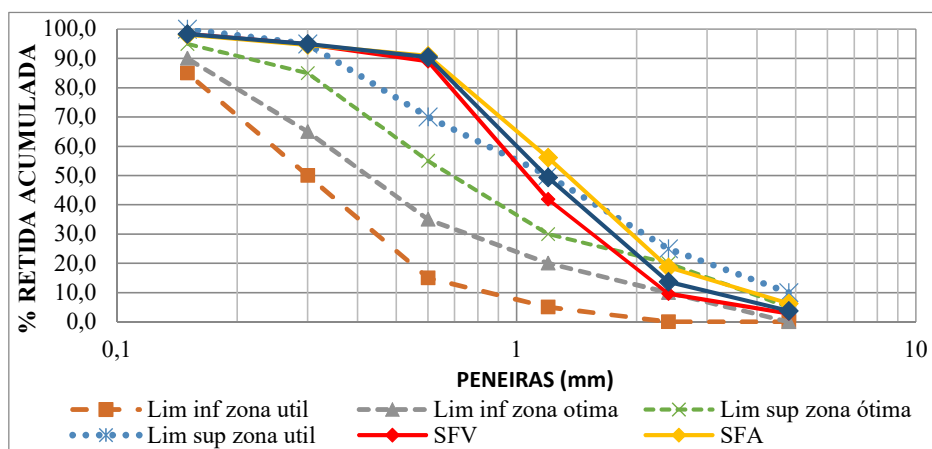


Figura 5 – Comparativo das distribuições granulométricas das amostras de seixo fino ensaiadas.

O comportamento das curvas granulométricas indica que todas as composições de agregados são muito uniformes ($C_u < 5$) e mal graduados ($C_c < 1$). Este dado indica que na região Oeste do Pará o seixo fino (“quebradinho”) apresenta uma significativa variação na composição dos grãos, uma vez que Aguiar *et al.* (2018), ao analisar os mesmos agregados, identificou que o QV (“quebradinho vermelho”) e a mistura de QV+QA (“quebradinho vermelho” + “quebradinho amarelo”) são classificados como bem graduados ($1 < C_c < 3$), enquanto que o QA (“quebradinho amarelo”) foi considerado mal graduado, igual ao parâmetro encontrado neste trabalho.

3.2 Ensaio de resistência à tração (arrancamento)

Após a realização do ensaio de arrancamento, os dados obtidos foram tratados de acordo com parâmetros normativos para a obtenção dos valores de resistência. Atestou-se então, a partir da média de resistência à tração calculada dos CPs de cada painel, que os três sistemas de revestimentos propostos atingiram satisfatoriamente os valores mínimos de resistência à tração prevista na norma ABNT NBR 13.749:1996, que estabelece resistência mínima de 0,30 MPa para paredes externas.

A Figura 6 mostra os resultados do ensaio de resistência à tração (R_a) obtidos em cada painel. Foi verificado que o sistema de revestimento possuindo chapisco elaborado com SFA obteve a maior média de resistência (0,60 MPa), com desvio padrão de 0,1501 e coeficiente de variação de 24,94%. O painel contendo chapisco composto por SFV+SFA

atingiu a segunda maior média de Ra (0,57 MPa), com desvio padrão de 0,1477 e coeficiente de variação de 26,08%. Já o sistema proposto com chapisco constituído por SFV alcançou a menor média (0,55 MPa), mas apresentou os menores valores de desvio padrão e coeficiente de variação (0,0983 e 17,97%, respectivamente).

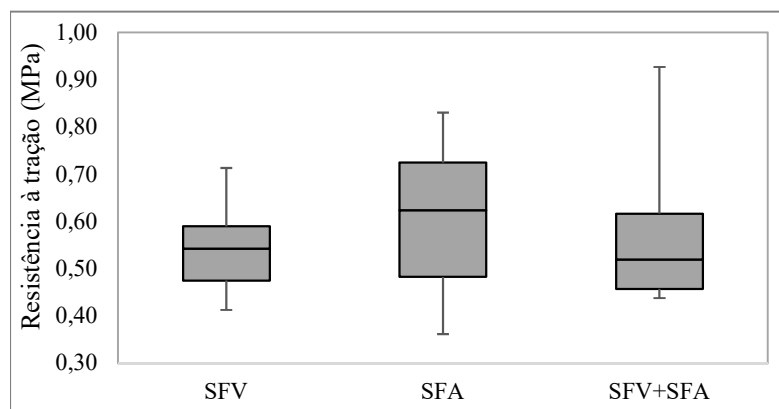


Figura 6 – Valores descritivos referente às médias globais de resistência de aderência à tração de todos os sistemas de revestimento analisadas.

Visando verificar se as variações de seixo fino estudadas exercem influências significativas nos resultados da resistência de aderência nos respectivos painéis, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), onde testou-se a hipótese nula (H_0), de que as médias de Ra entre as combinações de chapiscos adotadas (levando em consideração as variações existentes do agregado) são iguais ao nível de significância de 5%, tomando como hipótese alternativa (H_1) que as médias são diferentes. Desta forma, conforme mostrado na Tabela 3, percebe-se que o valor de Fisher (F) é menor que o $F_{crítico}$ ($0,515 < 3,28$), resultado que valida a hipótese de que as médias sejam iguais. Ou seja, independentemente de utilizar o SFV, SFA ou a composição com ambos (SFV+SFA) em chapiscos, não há variações significativas nas médias de resistência de aderência à tração em sistemas de revestimento de argamassa, o que leva a concluir que qualquer variação de seixo fino é válida do ponto de vista técnico e estatístico.

Tabela 3 – Dados do cálculo de análise de variância (ANOVA).

Fonte da variação	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F_{crítico}</i>
Tratamento	0,019	2	0,009	0,515	0,602	3,28
Resíduo	0,594	33	0,018			
Total	0,613	35				

3.2.1 Formas de ruptura

Comparando as formas de rupturas, conforme mostrado na Figura 7, é possível verificar que no painel 01, onde foi obtido a menor média de resistência à tração (0,55 MPa), as ocorrências ficaram mais distribuídas, se comparada aos demais painéis, sobressaindo as rupturas Tipo D (24,6%) e Tipo E (22,9%), interface chapisco/revestimento e revestimento, respectivamente. Nota-se que neste painel a camada de chapisco composta por SFV obteve ancoragem mais significativa na interface substrato/chapisco (Tipo A) do que na interface chapisco/revestimento, levando a concluir que a interação entre a camada de chapisco proposta e o substrato cerâmico apresentam um intertravamento mecânico satisfatório, proporcionado pela penetração eficaz da pasta de chapisco, no estado plástico, nos poros do substrato, havendo precipitação dos produtos de hidratação do cimento, como os cristais de etringita, principal responsável pela resistência de aderência.

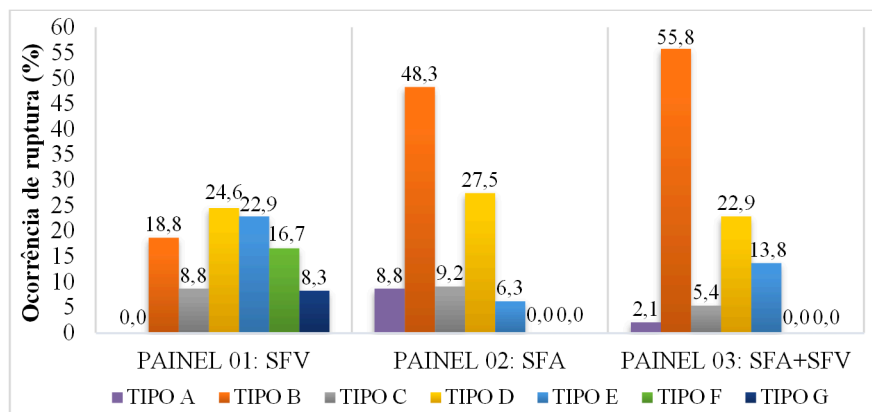


Figura 7 – Demonstração dos percentuais referentes às formas de rupturas ocorridas em cada painel.

No painel 02, sistema que obteve a maior média de resistência à tração (0,60 MPa), prevaleceu a forma de ruptura Tipo B (interface substrato/chapisco), com ocorrência de 48,3%. É possível destacar também que houve uma ocorrência de ruptura significativa na interface chapisco/revestimento (Tipo D), girando em torno de 27,5%. Para este painel, chama a atenção o fato de ter ocorrido ruptura no substrato (8,8%), com tensões de 0,65 MPa e 0,60 MPa, mostrando que em alguns casos, o sistema de revestimento proposto com chapisco elaborado com SFA, apresenta resistência à tração superior ao do substrato cerâmico.

Ao analisar o painel 03 (SFA+SFV), com resistência à tração média de 0,57 MPa e percentual de 55,8% de ruptura na interface substrato/chapisco, percebe-se que o índice é bastante elevado e fortemente influenciado pelo SFA. Assim como no painel 02, houve ocorrência de ruptura no substrato (2,1%). Observa-se ainda que nos três painéis a ocorrência de ruptura Tipo D (interface chapisco/revestimento) manteve-se praticamente constante, bem como o Tipo C (chapisco).

Em termos comparativos, Aguiar *et al.* (2018) estudaram o mesmo agregado em composição de chapisco, como já mencionado no decorrer deste trabalho, entretanto, os mesmos utilizaram uma base de concreto armado (com resistência a compressão de 35 MPa aos 28 dias de idade) como substrato. Os autores elaboraram exatamente as mesmas três combinações de seixo fino empregadas neste trabalho. Em seus resultados, o sistema de revestimento contendo chapisco mesclado com SFV+SFA obteve resistência à tração média de 0,45 MPa, enquanto os sistemas com chapiscos compostos por SFV e SFA, individualmente, obtiveram a mesma resistência, 0,39 MPa. Em todos os painéis ensaiados, as rupturas tipo D e E foram expressivamente predominantes. Desta forma, apesar de se tratarem de trabalhos distintos, metodologias e parâmetros de ensaios semelhantes, fica evidente que o substrato de alvenaria de tijolo cerâmico tende a favorecer uma melhor resistência à aderência, se comparado ao substrato de concreto estrutural, confirmando as abordagens por Carasek *et al.* (2005), Pretto (2007), Recena (2008), Pereira *et al.* (2005), Carasek e Cascudo (2007) e Ceotto *et al.* (2005), de que os substratos de concreto armado proporcionam mais falhas de aderência em relação à bases cerâmicas.

De modo geral, neste trabalho, a ruptura Tipo B (interface substrato/chapisco) obteve destaque em todos os painéis, em função dos elevados índices percentuais. Mais precisamente nessa interface, Rudit (2009) afirma que os substratos muito porosos (alvenarias de blocos de concreto, concreto celular e blocos cerâmicos altamente porosos,

entre outros) prejudicam a aderência dos revestimentos, devido à perda excessiva de água da argamassa para o substrato. Essa alta porosidade provoca alta absorção da água causando uma hidratação retardada do cimento da argamassa de chapisco, ou seja, a água que ainda resta não é suficiente para hidratar todo o cimento, funcionando como efeito filer, que em consequência, não agrega resistência e forma regiões não hidratadas com alto potencial de não adquirir a aderência esperada.

3.3 Relação entre os agregados e o ensaio de arrancamento

A Figura 8 mostra a relação entre o módulo de finura obtido para cada combinação de seixo fino e a média de resistência à tração calculada em cada painel. Os valores retratam a constatação presente no Manual de Revestimento de Argamassas da ABCP (2002), que afirma que quanto menor for o índice de finura do agregado, menores serão as resistências alcançadas, uma vez que as partículas finas absorverão maiores quantidades de água, o que diminuirá a resistência mecânica do sistema de revestimento, favorecido pela retração por secagem, como reitera Bauer (2012).

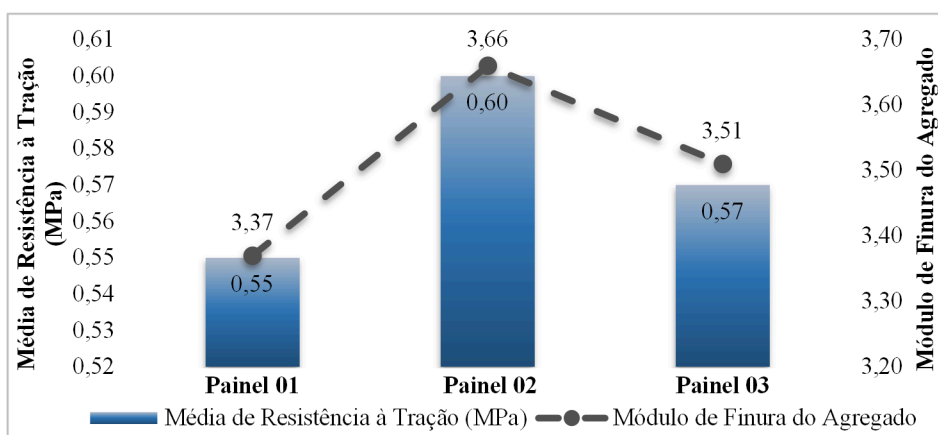


Figura 8 – Interrelação entre as resistências à tração obtidas e o módulo de finuras dos agregados.

Outro ponto relevante é o fato de que o SFA apresentou o maior teor de material pulverulento (4,3%), apesar de estar presente na composição do chapisco constituinte do sistema de revestimento do painel 2, detentor da maior média de resistência à tração.

Uma observação que pode ser feita é a respeito do tamanho dos grãos do agregado estudado. Por possuir grandes variações diamétricas, ou seja, possuir grãos muito grandes e partículas bem pequenas, na execução da camada de chapisco há uma pequena perda de material, oriundo do peso próprio dos maiores grãos e da consistência fluida da argamassa de chapisco. Desta forma, tanto a finura elevada do agregado como a presença de grãos com diâmetro elevado, são pontos negativos para a referida aplicabilidade, uma do ponto de vista técnico e outra do ponto de vista econômico.

4. Considerações finais

Através do presente trabalho, torna-se evidente a necessidade de estudos técnicos a respeito da utilização de materiais já existentes na inserção em componentes construtivos como alternativas viáveis para a construção civil, suprindo de forma positiva a ausência ou a escassez de outros materiais, como por exemplo, a alternativa de utilizar seixo fino em composições de chapisco no Estado do Pará, uma vez que os agregados miúdos

existentes na região não atendem aos quesitos mínimos para o mesmo fim, como salienta Madeiro (2012).

Atestou-se, através dos ensaios realizados e dos resultados obtidos, a constatação de valores mínimos de resistência de aderência aceitável para a aplicabilidade proposta. Todos os painéis estudados, com suas respectivas combinações de chapisco adotadas, atingiram a resistência à tração mínima para sistemas de revestimento externo (0,30 MPa) prevista em norma. A combinação elaborada com chapisco contendo SFA obteve a maior média de resistência à tração (0,60 MPa), seguida pelas combinações possuindo SFV+SFA (0,57 MPa) e SFV (0,55 MPa).

Do ponto de vista estatístico, os valores de resistência à tração obtidos foram validados em nível de confiança a partir do cálculo do coeficiente de variação (CV). Os resultados percentuais atestam a aceitabilidade do ensaio de resistência de aderência à tração, uma vez que os CVs dos três painéis não ultrapassaram o limite de 35% recomendado por Carasek (2011). Além disso, por meio da análise de variância (ANOVA), foi possível atestar que independentemente de utilizar o SFV, SFA ou a combinação de ambos (SFV+SFA), não haverá alterações significativas de resistência à tração, o que proporciona a liberdade de se utilizar qualquer variação de seixo fino para a composição de chapisco, levando em consideração a metodologia proposta neste trabalho.

Apesar de excelentes médias de resistência à tração alcançadas, os maiores índices de descolamentos ocorreram na interface tipo B (substrato/chapisco), fenômeno que pode ser explicado pelo fato do agregado possuir teores de argila elevados (dada a partir de uma análise visual), prejudicando a sucção de água de amassamento por parte do substrato e conseqüentemente afetando o mecanismo de ancoragem e formação dos produtos de hidratação do cimento.

Outro fator bastante influenciador é o fato de Santarém (local de estudo) apresentar altas temperaturas, que proporcionará a perda de água de amassamento para o ambiente, tanto na fase de cura da camada de chapisco como na cura da camada de revestimento de argamassa. Portanto, é extremamente necessário a realização de cura úmida dos sistemas de revestimentos na região com essa característica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Referências

AGUIAR, J. R. L.; MACEDO, A. N.; MOREIRA, A. R. C. *Aderência de Chapisco Produzido com “Quebradinho”, como Agregado Miúdo, em Substrato de Concreto*, Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 13, n. 2, p. 137-142, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, Manual de Revestimento de Argamassas, São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica, Rio de Janeiro, 2009.

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

_____, ABNT, NBR NM 45: Determinação de massa unitária e volume de vazios, Rio de Janeiro, 2006.

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

_____, **ABNT**, NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento, Rio de Janeiro, 1998.

_____, **ABNT**, NBR 13.528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração, Rio de Janeiro, 2010.

_____, **ABNT**, NBR 13.749: Revestimentos de paredes e tetos em argamassas inorgânicas – especificação, Rio de Janeiro, 1996.

BAUER, E. *Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades*. LEMUnB/Sinduscon-DF, Brasília, 2005.

BAUER, R. J. F. *Falhas em revestimentos - Recomendações nas fases de projeto, execução e manutenção*. Apostila, São Paulo – SP, 2012.

CARASEK, H. *Guia de avaliação e interpretação de ensaios de sistemas de revestimento de argamassa. Comunidade da construção de Belo Horizonte. Belo Horizonte. 2011. 21 p. 4º Ciclo.*

CARASEK, H.; ARAUJO, R. C.; CASCUDO, O.; et al. *Parâmetros da areia que influenciam a consistência e a densidade de massa das argamassas de revestimento*. Revista Matéria, v. 21, n. 3, p. 714-732, 2016.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. *Descolamento de Revestimentos de Argamassa Aplicados sobre Estruturas de Concreto—Estudos de casos brasileiros*. In: 2º Congresso Nacional de Argamassa de Construção, Lisboa, Portugal, 2007.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; JUCÁ, T. *Estudo de Casos de Descolamento de Revestimento de Argamassa Aplicado sobre Estrutura de Concreto*. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Florianópolis, 2005.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L. M. *Importância dos Materiais na Aderência dos Revestimentos de Argamassa*. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Brasília/DF, 2001.

CEOTTO, L. H.; BANDUCK, R. C.; NAKAKURA, E. H. *Revestimentos de Argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação*. Porto Alegre: ANTAC, 2005. 96 p.

GASPERIN, J. *Aderência de Revestimentos de Argamassa em Substrato de Concreto: Influência da Forma de Aplicação e Composição do Chapisco*. 2011. 194 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS 2011.

MADEIRO, T. T. *Influência do Tratamento de Base na Resistência de Aderência à Tração Direta e na Permeabilidade de Revestimentos em Argamassa - Estudo de Caso*. 2012. 161 p. Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento) - Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2012.

MAIA, C. T. A. *Concretos fabricados com agregados graúdos disponíveis em Santarém e região oeste do Pará*. 2015. 64 p. Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento) - Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2015.

PEREIRA, P. C.; CARASEK, H.; FRANCINETE JR. P. *Influência da Cura no Desempenho de Revestimentos com Argamassas Inorgânicas*. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Florianópolis, 2005.

PRETTO, M. E. J. *Influência da rugosidade gerada pelo tratamento superficial do substrato de concreto na aderência do revestimento de argamassa*. 2007. 273 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS 2007.

QUEMEL, L. D. F. *A caracterização e resistência do seixo fino (quebradinho) no município de Santarém – PA*. 2015. 43 p. Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento) - Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2015.

RECENA, F. A. P. *Conhecendo Argamassa*, EDIPUCRS, Porto Alegre, RS, 2008.

RUDUIT, F. R. *Contribuição ao Estudo da Aderência de Revestimentos de Argamassa e Chapisco em Substrato de Concreto*. 2009. 175 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS 2009.

TRISTÃO, F. A. *Influência da composição granulométrica da areia nas propriedades das argamassas de revestimento*. 1995. 218 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 1995.