Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Construção Civil

ISSN 0103-9830
BT/PCC/277

DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA COM ENTULHO RECICLADO

Leonardo Fagundes Rosemback Miranda
Sílvia Maria de Souza Selmo

São Paulo – 2001

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil
Boletim Técnico - Série BT/PCC

Diretor: Prof. Dr. Antônio Marcos de Aguirra Massola
Vice-Diretor: Prof. Dr. Vahan Agopyan

Chefe do Departamento: Prof. Dr. Alex Kenya Abiko
Suplente do Chefe do Departamento: Prof. Dr. João da Rocha Lima Junior

Conselho Editorial
Prof. Dr. Alex Abiko
Prof. Dr. Francisco Cardoso
Prof. Dr. João da Rocha Lima Jr.
Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves
Prof. Dr. Antônio Domingues de Figueiredo
Prof. Dr. Cheng Liang Yee

Coordenador Técnico
Prof. Dr. Alex Abiko

O Boletim Técnico é uma publicação da Escola Politécnica da USP/Departamento de Engenharia de Construção Civil, fruto de pesquisas realizadas por docentes e pesquisadores desta Universidade.

Este texto faz parte da dissertação de mestrado de título "Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado", que se encontra à disposição com os autores ou na biblioteca da Engenharia Civil.

FICHA CATALOGRÁFICA

Miranda, Leonardo Fagundes Rosemback
Desempenho de revestimentos de argamassa com entulho reciclado / L.F.R. Miranda, S.M.S. Selmo. – São Paulo : EPUSP, 2001.
12 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/277)

1. Revestimento de argamassa 2. Entulho reciclado I. Selmo, Sílvia Maria de Souza II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. Série
ISSN 0103-9830 CDU 691.53
69.059.64

DESEMPENHO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA COM ENTULHO RECICLADO

Leonardo Fagundes Rosemback Miranda

Eng. Civil, Mestrando do PCC-USP.
Telefone: (11) 3818-5459.
E-mail miranda@pcc.usp.br.

Sílvia Maria de Souza Selmo

Engª Civil, Profª Doutora do PCC-USP.
Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 2, nº 83, Cid. Universitária. S. Paulo-SP. CEP 05508-900 . Fone: (11) 3818-5789 - Fax: (11) 3818-5544.
E-mail smsselmo@pcc.usp.br

RESUMO

Muitas cidades brasileiras têm sofrido com o grave problema que é o elevado volume de entulho gerado pela construção civil, tanto no caso de obras novas quanto em reformas e demolições.

A reciclagem desse resíduo é hoje pesquisada para as mais diversas aplicações, entre as quais, as argamassas de revestimento de paredes e tetos de edifícios. Este material é consumido em larga escala pela construção civil, mas a carência de parâmetros que controlem a produção e a aplicação dessas argamassas tem causado o surgimento de várias patologias em revestimentos, podendo isto se agravar para materiais alternativos a serem empregados como agregado e que é o caso do entulho reciclado.

O objetivo principal deste trabalho é avaliar o desempenho de revestimentos de argamassa com entulho reciclado, no que diz respeito à aderência ao substrato, ao surgimento de fissuras e à absorção de água capilar.

O plano experimental incluiu a execução e caracterização de 90 m^2 de revestimento com 10 traços de argamassas dosados em função do teor total de finos < 75 μm, sendo um deles de argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:8 em massa utilizado como referência.

Os ensaios de desempenho dos revestimentos envolveram o controle de fissuração por m^2, a absorção de água por capilaridade (método do cachimbo) e a resistência de aderência à tração dos revestimentos (NBR 13528/95).

Os resultados obtidos indicam que o entulho de construção pode ser utilizado para produção de revestimentos, em argamassas simples de cimento Portland, obtendo-se bons resultados de acabamento superficial, resistência de aderência à tração e baixos níveis de fissuração, mas recomenda-se controlar o *teor total de finos < 75 μm* nas

argamassas, para evitar excesso de refinamento dos poros, principalmente em se tratando de entulhos com elevado teor de argamassas mistas.

PALAVRAS-CHAVE: fissuração – revestimentos – argamassa – entulho - reciclagem

KEY WORD: cracking – rendering - mortar – waste- recycling

1 INTRODUÇÃO

Muitas cidades brasileiras têm sofrido com o grave problema que é o elevado volume de entulho gerado pela construção civil, tanto por obras novas quanto em reformas e demolições. Enchentes, poluição visual, escassez de aterros e falta de matéria-prima são apenas alguns exemplos dos problemas causados por este desperdício e falta de consciência do setor.

PINTO (1999) mostra que no Brasil é gerada 0,52 tonelada de entulho por habitante e por ano, representando de 54% a 61% da massa dos resíduos sólidos urbanos.

Assim, é muito importante que sejam desenvolvidas técnicas construtivas que diminuam o volume do entulho gerado por obras novas, mas apenas isto não resolve o problema. Existem ainda os entulhos de reformas e demolições que só podem ser combatidos através da educação social para a reciclagem.

Do ponto de vista industrial, uma das principais dificuldades para a reciclagem do entulho reciclado é a sua elevada heterogeneidade e presença de contaminantes, principalmente na fração miúda.

De fato, a utilização deste material para a produção de argamassas pode ser uma alternativa para o problema do entulho, já que no Brasil há a tradição de se executar os revestimentos das edificações em argamassa, estimando-se o consumo deste material da ordem de 0,13 m^3 de argamassa por m^2 de construção (SOUZA; FRANCO, 1997).

Apesar disso, em muitos casos os revestimentos de argamassas têm a sua durabilidade diminuída pelo surgimento de fissuras por retração ou por problemas de descolamento.

Quando se trata de revestimentos feitos com entulho reciclado, o problema pode ser ainda mais grave. Isto porque as argamassas com este material podem sofrer maiores variações de composição e de distribuição granulométrica, produzindo assim revestimentos com ampla variação de desempenho.

Como evitar e prevenir estas patologias é um requisito para que se tenha revestimentos com qualidade, é importante que sejam realizadas pesquisas que procurem avançar na tecnologia de revestimentos de argamassa e de produção de agregados reciclados, ao invés de simplesmente se rejeitar este material para o uso na construção civil.

2 ESTUDO EXPERIMENTAL DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSAS DOSADAS COM DIFERENTES ENTULHOS E PELO CRITÉRIO DO *TEOR TOTAL DE FINOS < 75 μM*

2.1 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o desempenho dos revestimentos de argamassa com três diferentes composições de entulho reciclado, no que diz respeito ao surgimento de fissuras, à aderência ao substrato e à absorção de água capilar.

A ênfase da avaliação de desempenho foi sobre o controle de fissuras por retração, associado à natureza do entulho, ao seu teor nas argamassas e à técnica de execução.

No projeto experimental que deu subsídios a este documento, tanto a caracterização das argamassas quanto dos revestimentos foi mais ampla do que será aqui discutido, pois inclusive foi realizada ciclagem termo-higroscópica dos revestimentos e os resultados na íntegra constam em MIRANDA (2000).

2.2 Critério de dosagem dos entulhos nas argamassas

O critério de dosagem dos entulhos nas argamassas seguiu a proposta de SELMO; BUCHER (1990), pela qual o *teor total de finos < 75 μm*, em relação ao total de materiais secos, em massa, em argamassas anidras, pode ser considerado como parâmetro de controle da sua trabalhabilidade no estado fresco e da retração por secagem livre, sendo que tal parâmetro teve origem nos estudos e trabalhos de SABBATINI; SELMO (1989), SELMO (1989) e ARAÚJO (1995).

A proposta deste parâmetro alternativo foi decorrente da sugestão de LAHUERTA; MONTERDE (1984), para classificação da plasticidade das argamassas, com base no *teor total de finos < 75 μm,* no total de materiais secos em massa, pelos seguintes critérios: abaixo de 15%, as argamassas são consideradas magras; na faixa de 15% a 25%, médias e acima de 25%, gordas.

Definido isso, foi utilizado um critério experimental para a definição da relação agregado / cimento, que é um outro parâmetro de dosagem das argamassas proposto por SELMO (1989) e que encontra-se detalhadamente descrito em MIRANDA (2000).

2.3 Materiais empregados

Os materiais utilizados no trabalho foram: cimento CP II E-32, areia fina de rio, cal hidratada CHI e entulhos reciclados.

Os materiais que deram origem às composições de entulhos constam na Tabela 1 e foram moídos no moinho argamasseira ANVI 500, durante 20 min e com corte em peneira ABNT 4,8 mm.

Para que fosse possível analisar a influência do teor de cada tipo de entulho neste trabalho, o entulho reciclado teve origem na moagem separada de blocos cerâmicos,

blocos de concreto e argamassa de cimento, cal e areia fina no traço 1 : 2 : 9 (em volume, areia úmida).

O critério de definição das composições de entulho teve origem naquelas que mais poderiam se aproximar das composições geradas por alvenarias demolidas (com diversas dimensões de blocos, com ou sem revestimento de argamassa). Por este critério, as composições selecionadas foram as dos tipos T2 e T6. Como a composição do entulho em canteiros varia com a etapa em que a obra se encontra, entende-se que em determinada fase, por exemplo nos serviços de revestimento, tem-se o predomínio do entulho de argamassa, por isso foi escolhida também a composição T4.

Tabela 1: Composições de entulho reciclado, sendo T2 e T6 estabelecidas a partir das composições teóricas de alvenarias de blocos de concreto demolidas.

Entulho reciclado			
Tipo e nº de identif.	**Materiais constituintes (1)**		
	Bloco cerâmico (%)	**Argamassa (%)**	**Bloco de concreto (%)**
T2	55	45	0
T4	0	100	0
T6	0	45	55

A cal hidratada CH I foi utilizada para a fabricação da argamassa de assentamento dos painéis indicados no item 1.4 e para a produção de um traço de argamassa mista 1 : 1 : 8, em massa, usado como revestimento de referência e cujo traço em volume com areia úmida resultou muito próximo a 1 : 2 : 9, que é considerado um traço empírico padrão em diversas normas estrangeiras.

2.4 Substrato dos revestimentos

Foram construídos no laboratório do PCC-USP, 15 pórticos, de alvenaria de blocos de concreto com 2,35 m x 1,3 m, em área interna e abrigada de chuva, em suportes de concreto armado em forma de “L”.

Os pórticos de alvenaria de bloco de concreto foram chapiscados pois, de acordo com os estudos de MORAIS; SELMO (1999) e com os testes preliminares de MIRANDA (2000), os revestimentos cujas as argamassas foram aplicadas sobre chapisco sofreram menor fissuração do que aquelas aplicadas diretamente sobre o bloco de concreto.

2.5 Argamassas aplicadas como revestimento

As argamassas aplicadas como revestimento, dosadas pelo critério do teor total de finos < 75 μm descrito no item 2.2 e utilizadas para a produção dos revestimentos, estão apresentadas na Tabela 2.

Optou-se adotar como valor mínimo de finos o teor de 18%, para que se tivesse no trabalho uma argamassa bem “magra”. Argamassas com teor total de finos menor que

este valor tornaram o uso do entulho insignificante, para os resultados de finos passantes na peneira ABNT 75 μm obtidos pela granulometria a laser, não sendo interessante portanto adotá-los, do ponto de vista da reciclagem do entulho.

Os outros dois teores de finos escolhidos para se produzir as argamassas de revestimento neste estudo foram 25% e 32%. O valor de 25% justifica-se pelo fato de ser próximo ao *teor total de finos* < *75 μm* presentes na argamassa de referência. Quanto à escolha do valor de 32% de finos, este foi para que se incluíssem argamassas consideradas "gordas", pelo critério de LAHUERTA; MONTERDE (1984) e potencialmente mais críticas quanto à fissuração e, por outro lado, de maior interesse para a reciclagem, por incorporar maior volume de entulho.

Tabela 2: Argamassas utilizadas para a produção dos revestimentos.

***Teor total de finos* < *75 μm* (%)**	**Tipo de Composição**	**Traço (massa seca) cim. : ent. : areia**	**Relação água/cimento corrigida (kg/kg)***
18	**T2**	1 : 1,1 : 7,9	2,54
	T4	1 : 1,3 : 7,7	2,58
	T6	1 : 1,4 : 7,6	2,51
25	**T2**	1 : 3,1 : 5,9	2,23
	T4	1 : 3,7 : 5,3	2,43
	T6	1 : 3,8 : 5,2	2,20
32	**T2**	1 : 5,0 : 4,0	2,10
	T4	1 : 6,2 : 2,8	2,22
	T6	1 : 6,3 : 2,7	1,92
24	**Mista**	1 : 1,0 : 7,7	2,46

* Descontada a absorção de água dos agregados que foi de 11,5%, 1,0%, 2,0% e 0,5%, respectivamente, para os materiais entulho de bloco cerâmico, entulho de argamassa, entulho de bloco de concreto e areia.

Escolheu-se para execução dos revestimentos o traço 1 : 9 em massa, por não apresentar pulverulência excessiva e por ser o que mais aproximou-se do traço de referência (cimento, cal e areia, 1 : 2 : 9 em volume úmido) quanto ao consumo de cimento por m^3 de argamassa, valor este que variou de 152 kg / m^3 a 162 kg / m^3 nos 10 traços utilizados.

As argamassas foram aplicadas nos substratos com tempos de sarrafeamento diferentes, sendo que a parte superior de cada pórtico foi sarrafeada em tempo precoce e a parte inferior em tempo ótimo.

2.6 Avaliação do desempenho dos revestimentos

2.6.1 Controle da fissuração pela secagem natural dos revestimentos

O controle de fissuração dos revestimentos foi realizado em termos de quantidade e comprimento linear para as fissuras visíveis, por m^2 de parede revestida para todas as argamassas, nas 3 faces revestidas de cada argamassa (3 m² cada face).

A época que compreendeu o controle da fissuração foi do mês de novembro de 1999 ao mês de abril de 2000, estimando-se um total de 180 dias. Os pórticos foram mantidos no ambiente do laboratório, protegidos dos efeitos de ciclagem termo-higroscópica.

A aplicação da argamassa foi feita de baixo para cima e o sarrafeamento do revestimento iniciado pela metade superior do pórtico em direção ao seu topo, tão logo a área de cada face estivesse preenchida pelo lançamento manual da argamassa. Assim, teve-se a parte superior de cada revestimento com o sarrafeamento executado em tempo precoce, iniciado logo que a etapa de aplicação foi finalizada, e a parte inferior de cada um acabado com tempo ótimo de sarrafeamento, definido pelo pedreiro, por critério visual e de resistência ao tato.

O desempenamento das duas regiões do revestimento foi realizado em seqüência ao sarrafeamento, tanto para o tempo ótimo quanto para o tempo precoce.

2.6.2 Absorção de água capilar pelo método do cachimbo

O teste foi realizado com 2 a 3 cachimbos, em uma única face de cada revestimento com idade de 28 dias.

Os cachimbos foram fixados nos revestimentos com o auxílio de massa para calafetar e as medidas realizadas a cada minuto, até 15 minutos, conforme SELMO (1989), simplificando a amostragem de POLISSENI (1985).

2.6.3 Resistência de aderência à tração

A resistência de aderência à tração dos revestimentos foi caracterizada, inicialmente, conforme a NBR 13528 (ABNT, 1995) e em uma das faces revestidas com cada tipo de argamassa, na idade de 28 dias. Tomou-se o cuidado de não realizar ensaios sobre as juntas de assentamento das alvenarias, como recomendado por CARASEK et al. (1999).

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS REVESTIMENTOS

3.1 Resistência de aderência à tração aos 28 dias

Os resultados do ensaio de resistência de aderência à tração aos 28 dias em função da relação água/cimento corrigida das argamassas são mostrados na Figura 1 e indicam que nenhuma das argamassas estudadas apresentaram problemas de aderência ao substrato,

estando todos os resultados acima do mínimo estipulado pela NBR 13749 (ABNT, 1995), mesmo aquelas com maiores valores de relação água / cimento corrigida.

Cabe comentar que em se tratando de treze argamassas com o mesmo consumo de cimento, aqui não se pode aplicar as conclusões de CARASEK (1996) de que o consumo de cimento é a principal variável que governa a resistência de aderência das argamassas de revestimento.

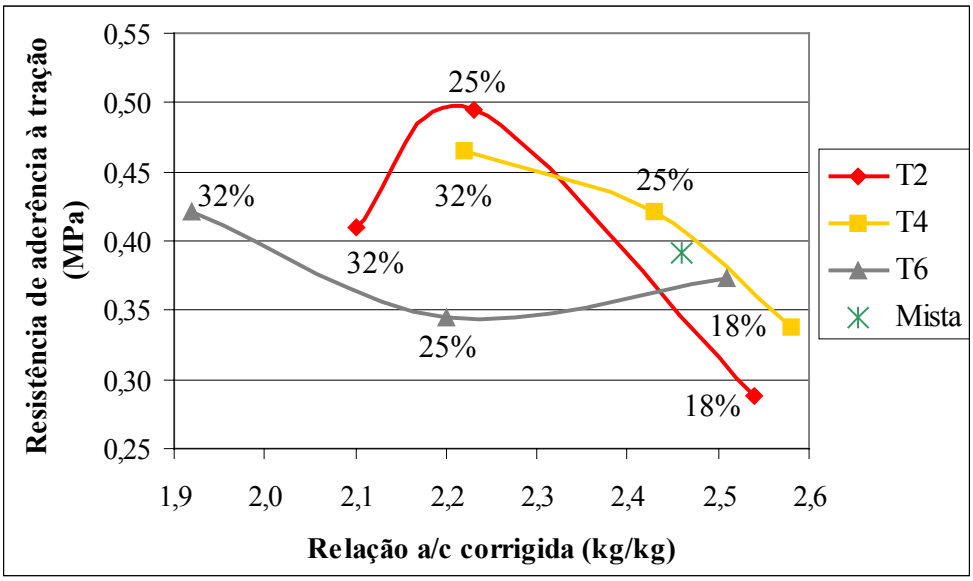


Figura 1: Resistência de aderência à tração aos 28 dias, conforme a NBR 13528 (ABNT, 1995), em função da relação água / cimento corrigida, para os revestimentos com as composições indicadas na Tabela 2. Média de 5 a 6 resultados por ponto.

3.1.1 Absorção de água capilar pelo método do cachimbo

Pela Figura 2 observa-se que a absorção de água dos revestimentos pelo método do cachimbo, não apresentou diferença significativa para as argamassas com entulho testadas. Apenas a argamassa Mista apresentou uma absorção de água bem inferior às demais, o que provavelmente pode ter sido por:

a) efeito da cal em colmatar a porosidade intrínseca da argamassa por efeito de carbonatação;

b) pela faixa de poros formada nessa argamassa ter menor efeito de sucção capilar, o que é mais provável e coerente com a sua rápida secagem, controlado em outro tipo de ensaio aqui não discutido.

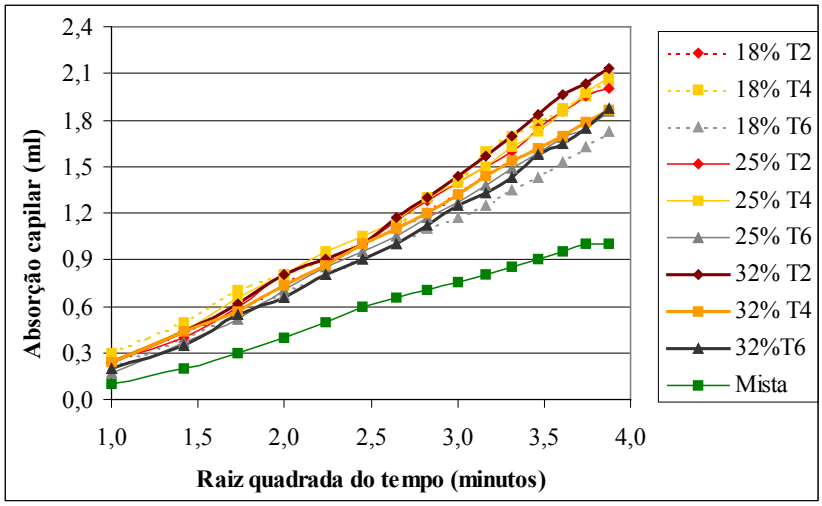


Figura 2: Resultados do ensaio de absorção de água pelo método do cachimbo, descrito no item 1.6.2, onde não se observa diferença significativa para as argamassas com entulho estudadas.

3.1.2 Controle da fissuração em função da idade

Para os revestimentos feitos com as argamassas descritas na Tabela 2, somente os do tipo 32% T4 (100% de entulho de argamassa moída) e a mista de cimento, cal e areia é que apresentaram fissuras visíveis desde sua execução até a idade de 180 dias. O resultado da contagem de fissuras até essa idade está na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados da contagem de fissuras nos revestimentos, aplicados sobre três faces dos pórticos, para cada tipo de argamassa. As áreas de sarrafeamento precoce e ótimo são de 1,5 m², metade de cada face dos pórticos utilizados. Os outros 8 revestimentos feitos com as argamassas da Tabela 1 não apresentaram fissuras visíveis.

	Face 1				**Face 2**				**Face 3**			
	Precoce		**Ótimo**		**Precoce**		**Ótimo**		**Precoce**		**Ótimo**	
	Total	**cm/m²**	**Total**	**cm/m²**	**total**	**cm/m²**	**Total**	**cm/m²**	**total**	**Cm/m²**	**total**	**cm/m²**
32% T4	**13**	**44**	**32**	**180**	**4**	**18**	**21**	**106**	nd	nd	nd	nd[1]
Mista	**3**	**8**	**2**	**7**	**28**	**10**	**25**	**12**	**7**	**35**	**35**	**152**

Os resultados da Tabela 3 mostram que a argamassa 32% T4 sofreu fissuração muito mais intensa do que a Mista, sendo que em ambas as fissuras surgiram com idades entre 1 hora de aplicação e 5 dias. Considerando-se que a distribuição granulométrica da fração areia, a origem dos materiais empregados e suas relações água/cimento são muito

[1] nd = face excluída da análise por ter havido problemas operacionais no preparo da argamassa.

parecidas, pode-se afirmar que a razão para tal fato é o maior teor de finos da argamassa 32% T4.

Quando se compara argamassas com propriedades físicas e mecânicas diferentes, não se pode afirmar que aquela que possui maiores teores de finos é a que vai mais fissurar. Por exemplo, as argamassas 32% T2 e 32% T6, apesar de terem maiores teores de finos que a Mista, não fissuraram. A diferença principal entre elas pode estar na distribuição granulométrica, no valor da relação água / cimento corrigida, na resistência à tração e na taxa de perda de umidade.

Para os revestimentos que fissuraram, os sarrafeamentos e desempenamentos em tempo precoce apresentaram melhores resultados que no tempo ótimo, com menos fissuras presentes.

O que se pode perceber é que a influência do tempo de sarrafeamento na fissuração foi secundária em argamassas que, por sua composição, tipo de substrato e/ou condições atmosféricas desenvolveram tensões internas suficientes para fissurar; mas, com o sarrafeamento em tempo ótimo a tendência de fissuração pode aumentar. Assim, em argamassas sem predisposição a fissurar, o tempo de sarrafeamento foi irrelevante, tanto que não houve revestimento que fissurou somente na região sarrafeada em tempo precoce ou ótimo.

A razão para surgirem mais fissuras no sarrafeamento em tempo ótimo do que no tempo precoce pode estar relacionada a maiores deformações introduzidas por esta técnica. Quando se espera um tempo maior para executar o sarrafeamento, as tensões internas devidas à perda de água já podem ter começado a se desenvolver, por uma maior ancoragem da argamassa ao substrato. Possivelmente, o movimento de sarrafeamento e desempenamento introduzam um desequilíbrio no estado de tensões internas do revestimento fresco, fragilizando pontos da microestrutura e a resistência à tração nas primeiras idades, causando acréscimo de fissuras. Quando a argamassa é aplicada e logo após inicia-se o sarrafeamento, quase não há vinculação ao substrato e, por ainda ter havido pouca perda de água e ancoragem da nata aglomerante no substrato, a tensão interna pode ser praticamente nula.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos resultados obtidos, pode-se chegar às seguintes conclusões quanto ao uso de entulho reciclado como agregado para produção de revestimentos de argamassa:

a) os revestimentos de argamassas com entulho reciclado mostraram ter desempenho quanto à aderência ao substrato compatível ou até superior ao do revestimento de argamassa Mista 1 : 1 : 8 em massa;

b) em relação a absorção capilar, os revestimentos de argamassa com entulho apresentaram absorção superior ao do revestimento com argamassa mista;

c) a elevada relação água/cimento pode ter ajudado no surgimento de fissuras dos revestimentos 32% T4 e Mista. Porém, em princípio, não se considera este o fator

preponderante, pois as argamassas 18% T2, 18% T4 e 25% T4, que possuíam relação água/cimento maior ou igual às citadas não sofreram fissuras;

d) o *teor total de finos* < *75 μm* no valor de 32% mostrou ter influência na fissuração independente do tipo de entulho, sendo que o valor no qual começou a se tornar crítico para a fissuração poderá depender da distribuição granulométrica da argamassa e da relação água/cimento corrigida. Fixado o traço, as argamassas com a granulometria mais grossa e menor relação água/cimento suportaram maiores teores de finos sem fissurar por causas intrínsecas. Recomenda-se não ultrapassar o teor de 25% de finos totais, que se mostrou como um valor crítico para iniciar as fissuras por secagem do revestimento de argamassa mista e suficiente para se obter boa trabalhabilidade;

e) a influência do tempo de execução do sarrafeamento e do desempenamento no surgimento de fissuras foi secundária. Em argamassas que por sua composição, tipo de substrato e/ou condições atmosféricas desenvolveram tensões internas suficientes para fissurar, com o sarrafeamento ótimo esta tendência de fissuração foi aumentada; em argamassas sem esta predisposição a fissurar, o tempo de sarrafeamento foi irrelevante.

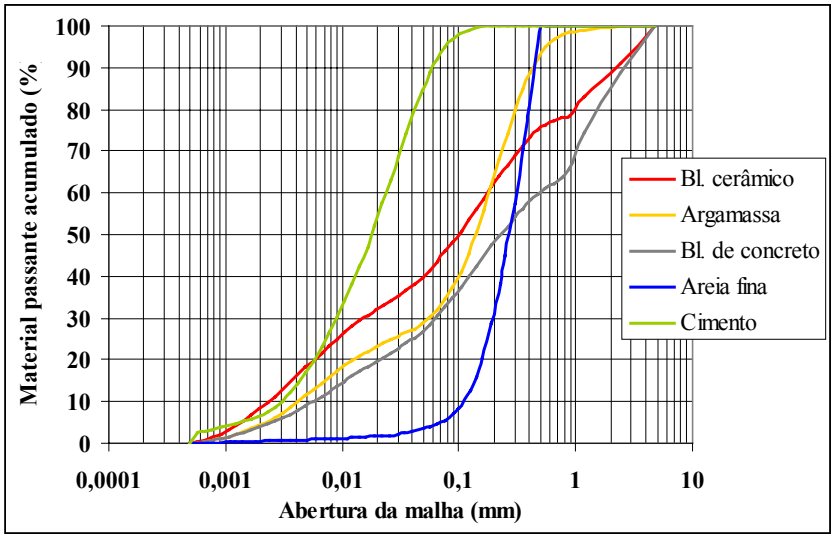
ANEXOS

ANEXO I: Características dos entulhos básicos moídos e da areia de rio, usada como agregado miúdo.

Propriedade	Método	Bl. cerâmico	Argamassa	Bl. concreto	Areia
Dimensão máx. caract. (mm)	Gran. a laser	4,8	0,55	4,8	0,56
Módulo de finura	Gran. a laser	1,27	0,74	1,78	0,87
Materiais pulverulentos (%)	Gran. a laser	46	34	33	5
Densidade de massa aparente (kg/m^3)	NBR 7251/82	1270	1320	1530	1340
Densidade de massa dos grãos (kg/m^3)	NM 23/98	2680	2600	2670	2580
Inchamento do agregado	NBR 6467/87	-	-	-	1,40
Sais solúveis (%)	NBR 9917/87	0,14	1,84	0,18	-
Absorção de água dos grãos (%)	NBR 9777/87	11,5	1,0	2,0	0,5
Área específica Blaine[1]	NBR 7224/96	3430	1400	1950	-
Reatividade potencial com álcalis	NBR 9774/86	Não reativo	Não reativo	Não reativo	-
Atividade pozolânica (mg CaO/g)	Chapelle	60,9	0,0	15,1	-
Atividade pozolânica (%)	NBR 5752/92	55,6	-	-	-

[1] Resultado obtido para a fração passante na peneira de malha #0,6mm.

ANEXO IV:Curvas granulométricas dos entulhos básicos moídos na 2ª partida, da areia de rio usada como agregado miúdo e do cimento da 1ª partida, determinadas através da granulometria a laser.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G.A. **Contribuição ao estudo das propriedades de argamassas com saibro da região de Maceió (AL) para revestimentos**. Porto Alegre, 1995. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira - NBR 7190.** Rio de Janeiro, 1996.

_____. **Agregados – determinação da absorção de água em agregados miúdos – NBR 9777.** Rio de Janeiro, 1987.

_____. **Argamassas para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência-padrão – NBR 13276.** Rio de Janeiro, 1995.

_____. **Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – determinação da resistência de aderência à tração - NBR 13528.** Rio de Janeiro, 1995.

CARASEK, H**. Aderência de argamassas à base de cimento Portland à substratos porosos:** avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação. São Paulo, 1996. 285p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CARASEK, H.; SCARTEZINI, L.M.B. Evolução da resistência de aderência dos revestimentos de argamassa mista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., Vitória, 1999. **Anais.** Vitória, ANTAC, 1999. p.503-15.

LAHUERTA, J.V.; MONTERDE, G.J.C. Estudio teórico y experimental sobre los morteros para muros resistentes de fábrica de ladrilho para la actualización de la Norma Básica MV 201-1972; 1.parte: memoria del estudio. **Materiales de Construccion**, v.34, n.196, p.33-41, 1984.

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

MORAIS, F.L.; SELMO, S.M.S. **Estudo comparativo de fatores intervenientes na fissuração de revestimentos de argamassa de cimento e cal.** São Paulo, 1999. 89p. (Relatório Final - Iniciação Científica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

NORME EUROPEENNE - **Methodes d'essai pour mortier à maçonner – partie 11:** détermination de la résistance à la flexion et en compression du mortier durci **-**EN-1015. Brussels, 1993.

PINTO, T.P.P**. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Carlos, 1999. 189p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

POLISSENI, A. E. **Método de campo para avaliar a capacidade impermeabilizante de revestimentos de parede**. Porto Alegre, 1985. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SABBATINI; F. H.; SELMO, S.M.S**. Diretrizes para a produção e controle de dosagem das argamassas de assentamento e revestimento.** São Paulo, EPUSP/PCC, 1989. (Convênio EPUSP/ENCOL, Projeto EP/EN-01, Documento 1.CeE).

SELMO, S.M.S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachadas dos edifícios**. São Paulo, 1989. 202p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SELMO, S.M.S.; BUCHER, H.R.E. O saibro na formulação de argamassas de assentamento e revestimento: contribuição ao estabelecimento de critérios para dosagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIMENTO, 2., São Paulo, 1990. **Anais.** São Paulo, ABCP, 1990. v.2, p.477-96.

SOUZA, U. E. L. de; FRANCO, L.S. **Subsídios para a opção entre: elevador ou grua, andaime fachadeiro ou balancim, argamassa industrializada ou produzida em obra**. São Paulo, EPUSP, 1997. (Boletim Técnico 176).

BOLETINS TÉCNICOS PUBLICADOS

BT/PCC/258 Metodologia para Análises Ergonométricas de Projetos Arquitetônicos com Base na Teoria dos Sistemas Nebulosos. ANA LÚCIA NOGUEIRA DE CAMARGO HARRIS, CHENG LIANG-YEE. 33p.

BT/PCC/259 Estudo da Água do Poro de Pastas de Cimento de Escória pelo Método da Água de Equilíbrio. CLÁUDIA T. A. OLIVEIRA, VAHAN AGOPYAN. 12p.

BT/PCC/260 Concreto com Fibras de Aço. ANTÔNIO DOMINGUES DE FIGUEIREDO. 68p.

BT/PCC/261 Alocação de Espaços em Arquitetura: Uma nova metodologia utilizando lógica nebulosa e algoritmos genéticos. MARIO MASAGÃO ANDREOLI, DANTE FRANCISCO VICTÓRIO GUELPA. 24p.

BT/PCC/262 Contribuição ao Estudo da Resistência à Corrosão de Armaduras de Aço Inoxidável. LEONEL TULA, PAULO ROBERTO DO LAGO HELENE. 20p.

BT/PCC/263 Ferramentas e Diretrizes para a Gestão da Logística no Processo de Produção de Edifícios. FRED BORGES DA SILVA, FRANCISCO FERREIRA CARDOSO. 25p.

BT/PCC/264 Indicadores de Salubridade Ambiental em Favelas Localizadas em Áreas de Proteção aos Mananciais: O caso da favela Jardim Floresta. MARCO ANTONIO PLÁCIDO DE ALMEIDA, ALEX KENYA ABIKO. 28p.

BT/PCC/265 Difusão de Cloretos e a Influência do Grau de Saturação do Concreto: Ensaio em laboratório e medição de obra em uso. ANDRÉ T. C. GUIMARÃES, PAULO ROBERTO DO LAGO HELENE. 19p.

BT/PCC/266 Análise Econômica de Empreendimentos de Longo Horizonte de Maturação: Taxa de Retorno Compensada. JOÃO DA ROCHA LIMA JR. 15p.

BT/PCC/267 Arbitragem de Valor de Hotéis. JOÃO DA ROCHA LIMA JR. 55p.

BT/PCC/268 Diretrizes para Produção de Contrapisos Estanques. EDUARDO HENRIQUE PINHEIRO DE GODOY, MERCIA M. S. BOTTURA DE BARROS. 36p.

BT/PCC/269 Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores. LUÍS OTÁVIO COCITO DE ARAÚJO, UBIRACI ESPINELLI LEMES DE SOUZA. 24p

BT/PCC/270 Influência do volume de pasta na zona de transição pasta/agregado com relação às propriedades mecânicas e de durabilidade do concreto. ELIANE PEREIRA DE LIMA, PAULO R. L. HELENE. 13p.

BT/PCC/271 Difusão de cloretos e a influência do grau de saturação do concreto: ensaio em laboratório e medição de obra em uso. ANDRÉ TAVARES DA CUNHA GUIMARÃES, PAULO R. L. HELENE. 20p.

BT/PCC/272 Resistência à corrosão no concreto dos tipos de armaduras brasileiras para concreto armado. OSWALDO CASCUDO, PAULO ROBERTO DO LAGO HELENE. 20p.

BT/PCC/273 A provisão habitacional e a análise de seu produto. LEANDRO DE OLIVEIRA COELHO. EDMUNDO DE WERNA MAGALHÃES. 32p.

BT/PCC/274 Estudo da fluência do concreto de elevado desempenho. CASSIANA APARECIDA AUGUSTO KALINTZIS. SELMO CHAPIRA KUPERMAN. 24p.

BT/PCC/275 Avaliação da sensibilidade do ensaio de penetração de água sob pressão e de um índice de permeabilidade para o concreto. CRISTIANO AUGUSTO GUIMARÃES FEITOSA. JOÃO GASPAR DJANIKIAN. 17p.

BT/PCC/276 Contribuição ao estudo da fadiga do concreto. AVELINO APARECIDO DE PÁDUA CREPALDI. JOÃO GASPAR DJANIKIAN. 15p.

BT/PCC/277 Desempenho de revestimentos de argamassa com entulho reciclado. LEONARDO FAGUNDES ROSEMBACK MIRANDA. SÍLVIA MARIA DE SOUZA SELMO. 12p.

Escola Politécnica da USP - Deptº de Engenharia de Construção Civil
Edifício de Engenharia Civil - Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2
Cidade Universitária - CEP 05508-900 - São Paulo - SP - Brasil
Fax: (11)38185715- Fone: (11) 38185452 - E-mail: secretaria@pcc.usp.br