

SET
03
12
01

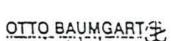
Patrocinadores:



IBRACON Instituto
Brasileiro do
Concreto

43º Congresso Brasileiro do Concreto

18 a 23 de agosto de 2001
Foz do Iguaçu - PR
Rafain Palace Hotel



*Normalização, Comportamento
e Análise do Concreto Estrutural*

*Métodos Construtivos de
Estruturas de Concreto*

*Qualidade da Construção em
Concreto*

*Novos Materiais para Concreto
e a Reciclagem de Materiais*

"Excelência em Concreto"



SÃO PAULO : IBRACON, 2001.

NJ

**ESTUDO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA DE CIMENTO
PORTLAND COM UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS DA REGIÃO
CUIABANA APPLICADOS EM SUBSTRATOS DE BLOCOS DE
CONCRETO**

C837e

Juzélia Santos da Costa (1), Anselmo Ortega Boschi (2), Jefferson Benecdito Libardi Libório (3).

(1) Escola Técnica Federal de Mato Grosso. rua: Jesuino de Arruda, 1328, casa 41, beco-Centro- São Carlos-S.P. CEP- 13560-060; e-mail-juzelia@sc.usp.br;

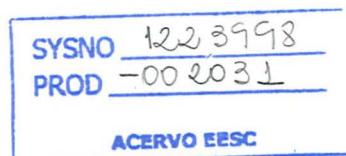
(2) -Laboratório de Revestimento Cerâmicos (LaRC) – Departamento de Engenharia de Materiais (DEMA), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Cx. P. 676- 13565-905 - São Carlos – SP, email daob@power.ufscar.br;

(3) -Laboratório de Construção Civil (LCC) - Escola de Engenharia de São Carlos – USP, rua: Trabalhador São Carlense, n. 400, C.E.P. 13566-590- São Carlos-SP. e-mail-liborioj@sc.usp.br.

RESUMO

Apresenta-se um estudo comparativo entre três argamassas para revestimento, utilizando materiais da região Cuiabana-MT. A primeira é constituída por cimento Portland, areia, saibro e água , a segunda por cimento Portland, areia e água e a terceira por cimento Portland, cal hidratada, areia e água. Os resultados indicam que as argamassas de cimento Portland com adição de saibro apresentam melhor desempenho em comparação às argamassas mistas de cimento Portland e cal hidratada, sendo seus resultados muito próximos das argamassas com cimento Portland e areia.

Palavras chave: cimento, cal, argamassa, saibro, revestimento.



ABSTRACT

It is presented a comparative study between three coating mortars, using materials from Cuiabana-MT region. The first one is constituted of; Portland cement, washed sands, gravel and water, and the second one; Portland cement, washed sand and water, and the third one Portland cement, slaked lime, washed sand and water. The results indicated that the Portland cement mortars in addition gravel presented better performance compared to the mortars mixed with Portland cement and slaked lime than from those presented by slaked lime and sand, being this results very close to those of mortars with Portland cement and washed sand.

KEY WORDS: cement, lime, mortar, gravel, coating.

1- INTRODUÇÃO

Na pesquisa experimental elaborou-se traços de argamassas, objetivando subsidiar o construtor Cuiabano, que realiza revestimentos, sem conhecimento prévio dos materiais, propriedades e traços que o constitui, principalmente o saibro que é amplamente utilizado como adição em substituição a uma parcela do aglomerante.

2 – METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa envolveu, ensaios no Laboratório de Construção Civil (LCC) da Escola de Engenharia de São Carlos-USP e na UFScar (Laboratório de Construção Civil e INSTRON-DEMA). Todos os materiais utilizados nos ensaios foram caracterizados e preparados no LCC-SAP-EESC-USP.

2.1 – Caracterização dos materiais

Para a realização do estudo experimental entre os traços em estudo foram utilizados materiais da região Cuiabana, Estado de Mato Grosso, com as características descritas a seguir.

2.1.1 - Agregado miúdo

O agregado miúdo utilizado foi areia natural quartzosa (areia e saibro) proveniente do rio Cuiabá, na cidade de Cuiabá-MT. O ensaio de granulometria foi feito segundo a NBR 7217, encontram-se apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Composição granulométrica do agregado (NBR 7217) .

Norma	peneira #(mm)	porc.retida acumulada da areia	porcentagem retida acumulada do saibro
NBR 7217	9.5	0	0
	6.3	0	1
	4.8	0	1
	2.4	2	2
	1.2	4	3
	0.6	11	8
	0.3	68	28
	0.15	98	70
	Fundo	100	100
	Soma	284	212
NBR 7219	diâmetro máximo(mm)	1.2mm	1.2mm
	módulo de Finura	1.84	1.12
NBR 7251	teor de material pulverulento (%)	-	0.7
NRR 9776	Massa unitária (kg/dm ³)	1.46	1.21
NBR 7218	massa específica- kg/dm ³	2.66	2.48
NBR 6467	teor global de argila (%)	-	2.00
NBR 7220	coeficiente inchamento umidade crítica=3%	1.3	1.03
	impurezas orgânicas	Inferior a 300,00ppm	

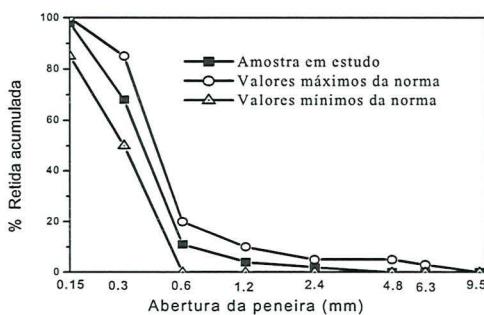


Figura 1 - Curva granulométrica do agregado miúdo (areia) - NBR 7217 .

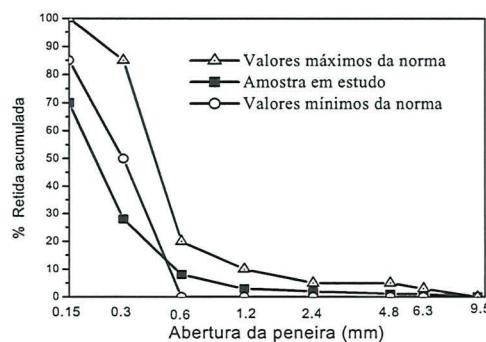


Figura 2 - Curva granulométrica do agregado miúdo (saibro) - NBR 7217 (67).

2.1.2 - Cimento

O cimento utilizado foi o cimento Portland CPII F32, da marca Itaú em embalagem de 50kg, jazida de Nobres-MT, cujas características estão de acordo com a NBR 11578 .

Tabela 1 - Propriedades do cimento utilizado. (*) Fonte : Fabricante.

Método de ensaio	Propriedades	Resultados
NBR 7251	Massa unitária no estado solto	1.438kg/dm ³
NBR 6474	Massa específica	3.215kg /dm ³
NBR 7215	Resistência à compressão (MPa) (*)	1 dia – 14MPa 3 dias – 24MPa 7 dias – 28MPa 28 dias – 36MPa
NBR 7224	Superfície específica Blaine (*)	360m ² /kg
NBR 11579	Finura, resíduo na peneira 200	3,0% (*)
NBR 11581	Tempo de início de pega (*)	Início – 175min Fim – 255min

2.1.3 - Cal

Propriedades da cal hidratada Dolomítica-EMAL-Empresa de Mineração Aripuanã LTDA, embalagem de 20kg, caieira Nossa Senhora da Guia-MT, Fabrica Rodovia BR 163/364 – Nobres MT, classe CHI, segundo a NBR-7175.

Tabela 1 - Propriedades da cal hidratada Dolomítica CH-I.

Método de ensaio	Propriedades	Resultados
NBR 7251	Massa unitária no estado solto	0,64kg/dm ³ (*)
NBR 6474	Massa específica	2,60kg/dm ³ (*)
NBR-7224	Superfície específica Blaine	913m ² /kg
NBR 9205	Estabilidade	Sim (sem defeitos)
NBR 9206	Plasticidade	125
NBR 9207	Incorporação da areia (kg)	2,5
NBR 9289	Finura Peneira ABNT 0,6 mm ABNT ,0,75 mm	0,28% (*) 11,2% (*)
NBR 9290	Índice de retenção de água	82%

(*) Determinado no LCC- SAP- EESC-USP

2.1.4 - Componentes de alvenaria

O substrato aqui utilizado para estudo é o bloco de concreto sem função estrutural que está sendo introduzido na região Cuiabana pelo construtor.

Bloco de Concreto (390 x 190 x 190) mm de acordo com a NBR 07173 .

2.2 - Produção das argamassas

2.2.1 – Dosagem

Quanto aos traços empregados, procurou-se abranger uma gama variável de resistências mecânicas, de traços médios e ricos em cimento/cal, dentro das quais estivessem incluídos os traços usuais, recomendados por associações, NBR-7200.

Na argamassa mista de cimento, cal e areia, manteve-se uma relação aglomerante/areia de forma que a quantidade de finos fosse suficiente para garantir boas propriedades da argamassa no estado fresco.

As relações das argamassas estudadas foram fixadas em 1/3 e 1/6 em volume. Para a obtenção de seis traços distintos, variou-se a proporção de cimento, cal, areia:sabro de forma a possibilitar variar a resistência mecânica da argamassa. Foram assim determinados os traços em volume de cimento:cal:areia; cimento:areia; cimento:areia:sabro. Nas argamassas a relação aglomerante/agregado (em volume e agregado com 3% de umidade).

Durante todo o estudo utilizou-se a seguinte nomenclatura para definição dos traços: arg (A, B, E, F, G e I).

Tabela 1 - Dosagens das argamassas.

Traço	Traço em volume do agregado úmido	Traço em massa do agregado seco	Materiais (definição da nomenclatura)
Arg A	1:2:1	1:1.56:0.82	cimento:areia:sabro
Arg B	1:4:2	1:3.12:1.64	cimento:areia:sabro
Arg E	1:3	1:2.34	cimento : areia
Arg F	1:1:6	1:0.44:4.68	cimento: cal: areia
Arg G	1:0.5:9	1:0.22:7.03	cimento: cal: areia
Arg I	1:6	1:4.68	cimento : areia

2.2.2 - Mistura

A argamassa foi misturada na betoneira de eixo inclinado com capacidade nominal de 60dm³ e os materiais foram misturados, utilizando dosagens em massa, a uma temperatura de 30°C ± 2°C e umidade relativa de 68% (ambiente do laboratório), por um período de 3 minutos, seguido de repouso de 10 minutos, estando a cuba da betoneira coberta por um pano úmido. Após este repouso, a argamassa foi misturada por mais 1 minuto e em seguida descarregada da betoneira.

2.2.3 - Moldagem e cura dos corpos-de-prova

Os corpos de prova possuem dimensões de 50mm de diâmetro por 100mm de altura, conforme a NBR 7215 .

Os corpos-de-provas e painéis foram curados ao ar, à temperatura de 30 °C ± 3°C, umidade relativa ± 72%.

Foram enviados corpos-de-provas para Cuiabá-MT, para cura e ensaios de resistência à compressão axial e resistência por compressão diametral aos 28 e 91 dias de idade, à temperatura de 33°C à 40°C.

2.3 - Execução dos painéis de alvenaria

Foram executados painéis de alvenaria em formato de U e painéis de alvenaria em formato de L, com 1,00m de comprimento e 1,40m de altura, com blocos de concreto, para verificação da resistência de aderência à tração da argamassa aplicada ao substrato. A argamassa foi aplicada em camada única de espessura 20mm, as argamassas foram aplicadas sobre chapisco com espessura de 5mm, no traço 1:2.34 em massa (cimento e areia).

Nos painéis foram aplicadas as seis argamassas em estudo em faixas de 1,00m de comprimento por 1,00m de altura.

2.4 - Propriedades das argamassas e ensaios laboratoriais

Tabela 1 - Propriedades em estudo e métodos de avaliação. () rompimento aos (3,7,14,21,28,63 e 91 dias de idade).**

Propriedades		Método de avaliação
Argamassa fresca	Consistência	NBR – 13276
	Retenção de água	NBR – 13277
	Densidade de massa e teor de ar incorporado	NBR – 13278
Revestimento endurecido (3,7,14,21,28,63 e 91) dias (**)	Resistência à compressão.(**)	NBR - 13279
	Resistência à tração (**)	NBR – 7222
	Módulo de deformação estática (28 e 91 dias)	NBR – 8522
	Absorção água por Imersão (aos 28 e 63 dias)	NBR – 9778
	Absorção de água por capilaridade (28 e 63 dias)	NBR – 9779

Retração secagem (7,28 e 63)	NBR – 8490
------------------------------	------------

Revestimento aplicado (28 e 63 dias).	Resistência de aderência à tração	NBR – 13528
--	--------------------------------------	-------------

(*) 63 dias de idade.	Permeabilidade - Método do Cachimbo(*)	CSTC – NIT Nº 140, 1982
-----------------------	---	----------------------------

2.5 - Resultados dos ensaios da argamassa no estado fresco

Tabela 1 – Argamassa em estado fresco

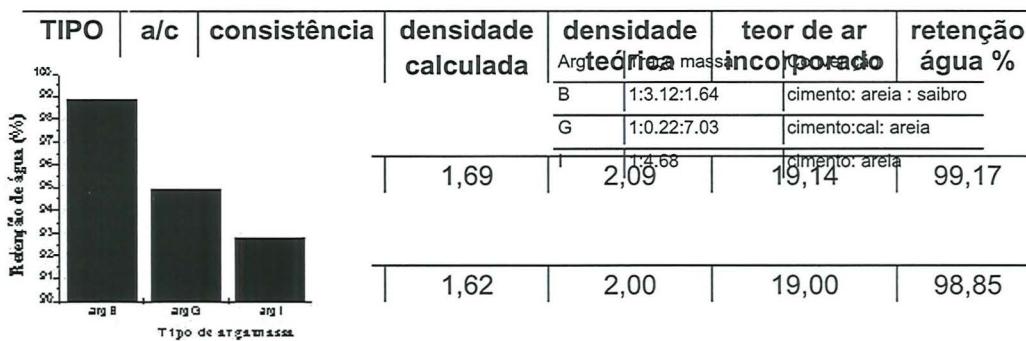


Figura 1 - Retenção de água das argamassas (traço 1:6 em volume) | 20,46 | 97,06

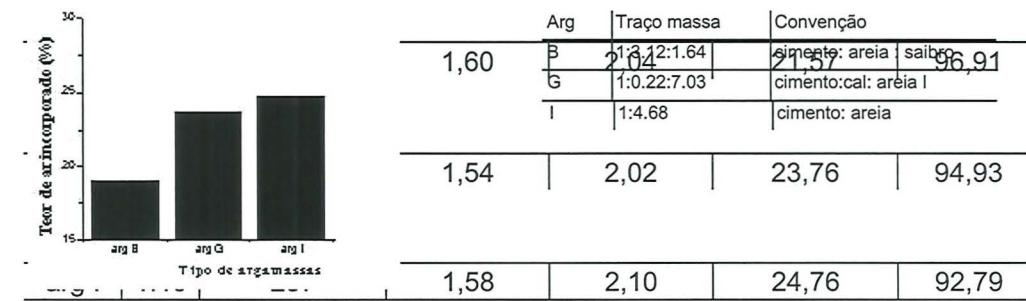


Figura 2 - Teor de ar incorporado das argamassas (traço 1:6 em volume)

As figuras de 3 a 11 têm a finalidade de ilustrar alguns dos resultados, tomando-se, a título de exemplo, os traços 1:6.

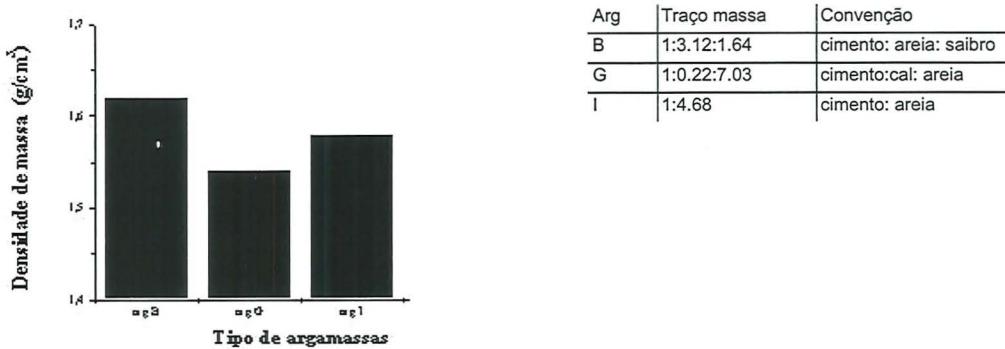


Figura 3 - Densidade de massa (traço 1:6 em volume)

2.6 - Resultados dos ensaios de argamassa no estado endurecido

2.6.1 - Resistência à compressão simples

Tabela 1 - Resistência à compressão (MPa) aos 3, 7, 14, 21, 28, 63 e 91 dias .

Traço	3	7	14	21	28	63	91
Arg A	12,31	12,35	12,65	14,03	14,76	15,14	17,34
Arg B	2,49	3,03	3,25	3,87	4,17	4,29	6,37
arg E	10,19	10,62	14,40	14,80	15,02	15,21	18,70
arg F	4,70	5,12	5,39	5,90	6,68	6,79	6,96
arg G	1,14	1,42	1,61	1,82	1,84	1,99	2,37
arg I	3,06	3,18	3,43	3,43	3,67	4,07	4,14

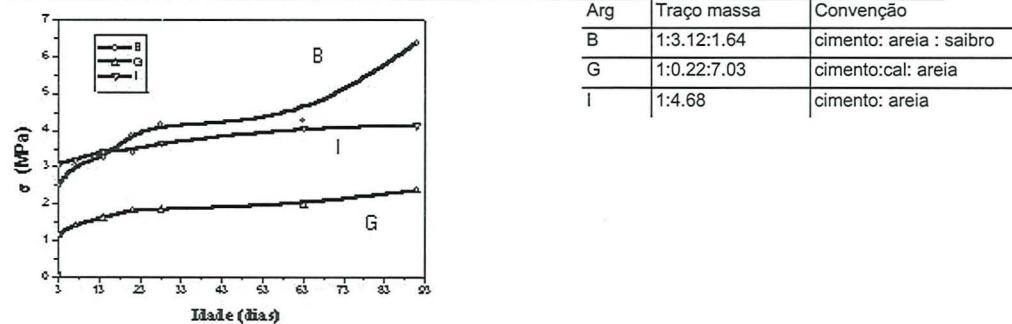


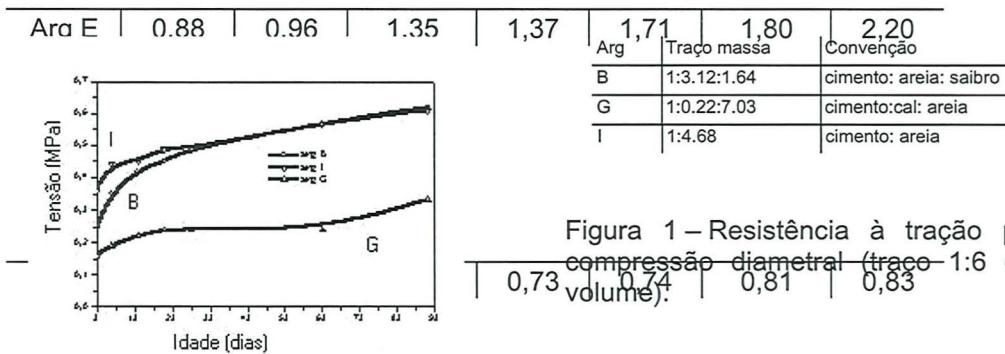
Figura 1 - Resistência à compressão simples (traço 1:6 em volume).

2.6.2 - Resistência à tração

Tabela 1 - Resistência à tração por compressão diametral (MPa) aos 3, 7, 14, 21, 28, 63 e 91 dias de idade.

Traço	3	7	14	21	28	63	91
arg A	1,12	1,23	1,32	1,38	1,57	1,68	1,78

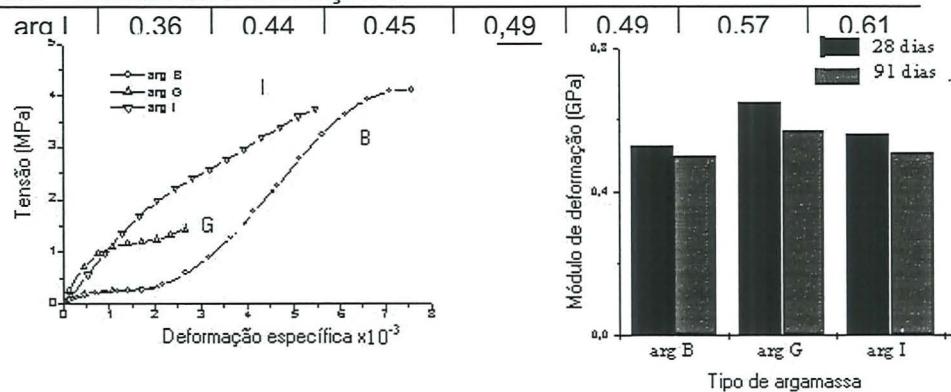
arg B	0,24	0,35	0,42	0,45	0,49	0,57	0,62
-------	------	------	------	------	------	------	------



Arg G	0,16	0,19	0,22	0,24	0,24	0,24	0,33
-------	------	------	------	------	------	------	------

2.6.3 – Módulo de deformação estática tangente inicial e Gráfico tensão deformação

2.6.3 – Módulo de deformação e



2.6.4 – Argamassa em estado endurecido (índices físicos)

Tabela 1 - Argamassa em estado endurecido (índices físicos)

Traço	massa específica (kg/m ³) aos 28 dias	índice vazios 28 dias	absorção imersão (%) 28 e 63 dias	absorção capilaridade 28 e 63 dias	retração x 10 ⁻³ (%) 7, 28 e 63 dias
-------	--	-----------------------------	---	--	---

	Seca	Saturada	(%)	28	63	28	63	7	28	63
--	------	----------	-----	----	----	----	----	---	----	----

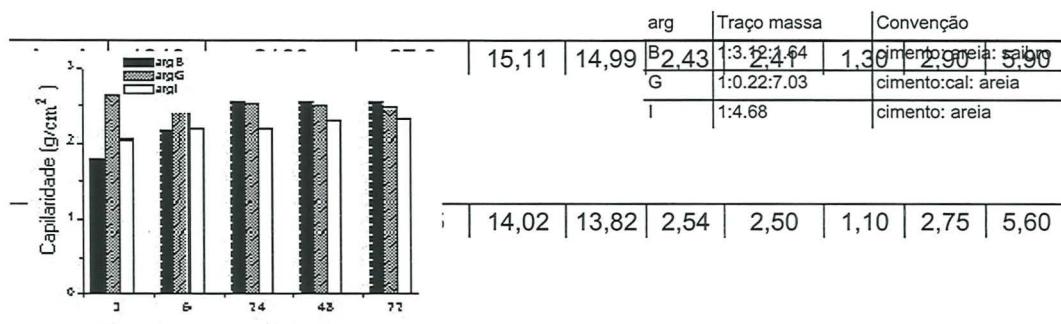


Figura 10 – Absorção de água por capilaridade (horas) para argamassas com diferentes tipos de traço (arg C: 1:6, arg E: 1:5, arg F: 1:6, arg G: 1:5, arg I: 1:6).

2.7 - Resultados dos ensaios do revestimento aplicado

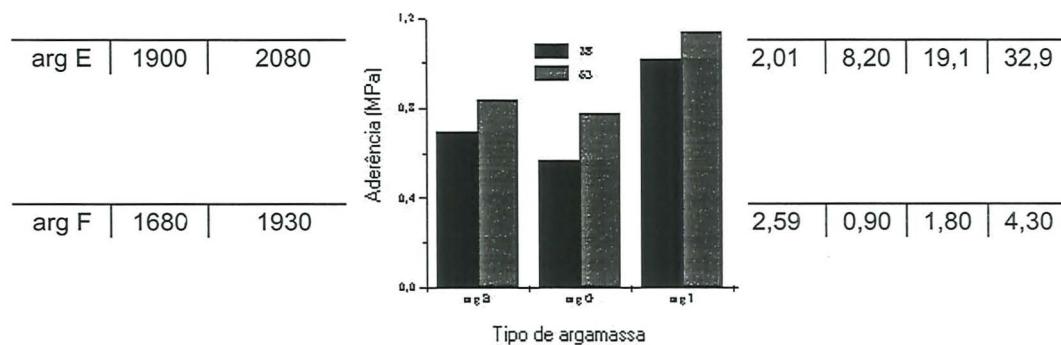


Figura 11 – Resistência de aderência à tração em bloco de concreto (traço 1:6 em volume).

3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

arg I	1710	1940	22,94	13,43	13,42	2,32	2,30	8,90	18,1	24,4
-------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------

3.1 – Consistência

Para a consistência de $255 \pm 10\text{mm}$, valor fixado neste trabalho de acordo com a NBR13276 , as argamassas de cimento/areia apresentaram nos dois traços estudados, com as três dosagens elaboradas, valores de relação água/cimento inferiores aos obtidos com as argamassas cimento/areia/saibro e cimento/cal/areia. Sendo as argamassas de cimento/areia/saibro, apresentam relação a/c inferiores as de cimento/cal/areia.

As argamassas com maior teor de aglomerante, resultaram consistentes e coesas, dispensando maiores teores de água, para ajuste da trabalhabilidade, o que se verifica pelo seu menor índice de consistência.

Observa-se que à medida que o consumo de aglomerante foi diminuindo as argamassas perderam em coesão, sendo a consistência obtida às custas de adição de água, o que é constatado pela elevação da relação água/cimento.

3.2 – Densidade de massa, teor de ar incorporado e índice de retenção de água

A elevada retenção de água nas argamassas de cimento/areia/saibro contribui para as condições de manuseio da argamassa, aumentando o tempo disponível para o pedreiro aplicar, regularizar e desempenar o revestimento.

De um modo geral na densidade de massa , teor de ar incorporado e índice de retenção de água, observou-se que à densidade de massa e o índice de retenção de água é maior nos traços de cimento/areia/saibro, com exceção da argamassa A, traço 1:3 (cimento/areia), onde há um alto teor de aglomerante, os demais mantiveram menor, ocorrendo o mesmo com o teor de ar incorporado.

3.3 - Resistência à compressão, resistência à tração e módulo de deformação

Nos ensaios de resistência a compressão e a tração com adição de saibro os resultados foram mais elevados do que os demais traços, com exceção dos traços cimento/areia que as variações foram mínimas.

Sendo o consumo de cimento igual entre as argamassas comparadas, podemos afirmar que o aumento da resistência à compressão das argamassas de cimento/areia/saibro foi ocasionado pela menor relação água/aglomerante.

Os valores da resistência à tração foram maiores nas argamassas com adição de saibro, com exceção da argamassa A, traço 1:3 (cimento e areia). Os maiores valores da resistência à tração das argamassas, cimento/areia/saibro deve-se à redução da relação água/cimento e pelas fortes ligações, ocasionadas entre a matriz hidratada de cimento e dos argilos-minerais presente no saibro e na areia.

O mesmo ocorreu com os traços curados à temperatura de 33°C a 40°C em Cuiabá – MT.

Os valores do módulo de deformação estático tangente inicial obtidos para as argamassas com cimento/areia/saibro traço 1:3 e cimento e areia traço 1:3, foram superiores aos obtidos para as argamassas de cimento/cal/areia..

Este fato demonstra que a argamassa com cimento/areia/saibro traço 1:3 e cimento e areia traço 1:3, são menos dúcteis do que as demais argamassas, diminuindo assim a capacidade desses revestimentos, absorverem as deformações oriundas dos esforços solicitantes sem que ocorra a ruptura, ou seja, o aparecimento de fissuras.

É muito importante evitar o aparecimento de fissuras no revestimento, pois são motivos de constantes e onerosas manutenções, podendo até por em risco a integridade do revestimento, pois prejudicam a estanqueidade e consequentemente a durabilidade deste material.

3.4 - Aderência

Já a aderência no substrato estudado; bloco de concreto, observou-se que os traços com cimento/areia/saibro apresentaram maior resistência, já com relação aos demais traços os com cimento/areia apresentaram maior resistência com relação aos traços com cimento/cal/areia.

Os valores de resistência de aderência à tração para as argamassas aplicadas nos blocos de concreto são altos, por apresentarem superfícies irregulares e porosa, favorecendo assim a aderência da argamassa.

Constatou-se ainda que, praticamente, não houve crescimento da resistência de aderência dos revestimentos dos 28 dias para os 63 dias de idade.

3.5 – Índices Físicos: absorção por imersão, absorção por capilaridade, retração e absorção de água pelo “Método do Cachimbo”.

De forma geral a absorção maior ocorreu nos traços com cimento/areia/saibro, pois se observa que a absorção de água total das argamassas aumenta com o teor de finos da areia, sendo maior para argamassas com finos argilosos.

A retração por secagem para um mesmo teor de cimento e umidade relativa foram maiores nos traços com (cimento/areia), aumentando também as possibilidades do aparecimento de fissuras. As menores retrações foram nas argamassas mistas (cimento/cal/areia). De modo geral à medida que foi diminuindo o teor de aglomerante a retração também diminuiu.

Analizando os resultados dos ensaios de permeabilidade do revestimento (método do cachimbo), absorção de água por imersão e absorção por capilaridade, observa-se que no ensaio de absorção por imersão os resultados foram muito próximos, acontecendo o mesmo nos outros dois tipos de ensaios.

Pelo método do cachimbo, observando-se os resultados encontrados, pode-se considerar que, em princípio, todas as argamassas aplicadas sobre bloco de concreto resultaram em revestimentos aptos a cumprir com sua função de proteção, pois apresentaram menor absorção de água que os blocos sem revestimento (pelo menos em termos de absorção inicial).

4 - CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios físicos e mecânicos realizados mostram que a adição de saibro na composição das argamassas, proporciona algumas vantagens como:

-Redução da quantidade de aglomerantes e consequentemente do seu custo, com exceção da argamassa (A e E) traço 1:3.

- aumento do teor de ar sem utilização de aditivos incorporadores de ar.

- aumento da retenção de água.

-aumento das resistências mecânicas à compressão e à tração.

-aumento da resistência de aderência.

Nos ensaios realizados, a faixa de adição de saibro que apresentaram essas características físicas e mecânicas situa-se em 40%. À exceção da retração por secagem, as características físicas e mecânicas das argamassas foram melhores no traço de cimento/areia/saibro, estando este resultado de acordo com o encontrado na literatura .

Os painéis executados na presente pesquisa, não apresentaram no decorrer de 360 (trezentos e sessenta) dias bolores, pulverulência ou fissuras aparentes, estando os painéis expostos a intempéries.

As argamassas com cimento/cal/areia passaram todas por um período de repouso de 72 horas antes do seu preparo, existindo uma variação do teor de água da argamassa durante seu processo de fabricação e aplicação. Entre o amassamento, o armazenamento, a aplicação e sarrafeamento da argamassa, ela perde uma quantidade de água. Isso faz com que sua relação a/c diminua, interferindo sobremaneira nas suas propriedades de resistência mecânica.

Os resultados analisados referem-se aos das argamassas preparadas com as matérias-primas caracterizadas, não sendo conveniente extrapolar, sem os devidos cuidados, para outras jazidas ou regiões.

5 - RECOMENDAÇÕES

Com base na experiência local e nos estudos realizados, sugerimos a adoção das seguintes recomendações:

Utilizar no máximo a faixa entre 20% e 40% de adição a fim de controlar o teor de material pulverulento presente no saibro e impedir a ação catalisadora da umidade ascendente e superficial através de procedimentos eficazes de impermeabilização.

Identificar e selecionar jazidas, adequadas tecnicamente ao uso em argamassas e adoção de ensaios índices para a normalização da utilização dos materiais em obra. Estudar para cada jazida às características mineralógica.

Fazer um estudo de traços com agregados de outras jazidas;

Executar outras dosagens, utilizando diferentes teores de cimento/areia/saibro.

6– BIBLIOGRAFIA

- CARASEK, Helena- Evolução da Resistência de Aderência dos Revestimentos de Argamassa Mista- In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2º, Vitória, 22 e 23 abril de 1999. Anais.
- CARVALHO, Carlos Henrique. Argamassas com adição utilizadas em Aracaju –In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2º, Salvador, 17 e 18 abril de 1997. Anais. Coord. Gomes, A. e Neves, C. Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p.163-172.
- CINCOTTO, Maria Alba . Argamassa de revestimento características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo, IPT, 1995. (Publicação nº 2378).
- COSTA, Juzélia Santos. Estudo de argamassas para revestimento argamassados com utilização de materiais da região cuiabana. Dissertação de Mestrado-(UFSCar-2000).
- KOPSCHITZ, Pedro; FRANCINETE Jr., Paulo; CINCOTTO, Maria Alba; JOHN, Vanderley M. Estudo da retracão e do desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas mistas para revestimento –In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2º, Salvador, 17 e 18 abril de 1997. Anais. Coord. Gomes, A. e Neves, C. Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p.120-131.
- NEVES, Célia; GOMES, A.; COUTO, A.; DANTAS, M. L.–Arenosos da Região Metropolitana de Salvador- Característica para seu emprego em Argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2º, Salvador, 17 e 18 abril de 1997. Anais. Coord. Gomes, A. e Neves, C. Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p. 38-49.