

ANÁLISE DE PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DE ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS UTILIZADAS NA PROJEÇÃO MECANIZADA

A. A., Tebaldi; J., Alexandre; G. C. Xavier; G. C. Cordeiro

Laboratório de Engenharia Civil - LECIV

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Av. Alberto Lamego, 2000, CCT, Horto, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

CEP: 28015-620, Fone: (0xx22) 2726-1517

aliny_tebaldi@yahoo.com.br; jonas@uenf.br

RESUMO

A busca por inovações tecnológicas na Construção Civil tem como objetivo a redução de custos e aumento da produtividade. No entanto, essas tecnologias exigem análise e estudos de parâmetros de controle que garantam a qualidade dos produtos. Com a intenção de aprofundar os conhecimentos sobre argamassas industrializadas utilizadas em máquinas de projeção mecanizada, foi realizada uma caracterização no estado anidro, fresco e endurecido de três argamassas, sendo cada uma de um Estado, Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia. Através de ensaios realizados em ambiente construído, foram obtidos teores de água/argamassa que variam de 0,17 a 0,26. A partir desses resultados, as argamassas foram projetadas com suas respectivas consistências analisando posteriormente sua resistência à compressão e resistência de aderência à tração, garantindo assim uma boa projetabilidade e desempenho dos revestimentos.

Palavras-chaves: argamassa industrializada, projeção mecanizada, parâmetros.

INTRODUÇÃO

A competitividade no mercado da Construção Civil tem levado as empresas a investirem em técnicas e processos construtivos, a fim de racionalizar e otimizar as construções. Com isso, modificações surgiram no sistema de revestimentos proporcionando melhorias nos materiais convencionais e o aparecimento de novas técnicas de construção, como a argamassa industrializada e a projeção mecanizada.

A adoção de equipamentos de projeção de argamassa é sinalizada como uma das soluções para diminuir a interferência da mão-de-obra nas construções, otimizando a execução dos revestimentos internos e externos, assim como racionalizar o processo de produção e transporte, reduzindo as perdas de materiais e prazo para execução do revestimento⁽¹⁾.

O processo vem sendo utilizado devido aos seus benefícios, entretanto, são necessários estudos de parâmetros de controle de qualidade dessas argamassas utilizadas na projeção, para maior conhecimento da mistura e aceitação no mercado. É, portanto, bastante relevante o processamento das informações técnicas disponíveis sobre o assunto, assim como, necessário à realização de investigações visando definir indicadores específicos de qualidade.

Neste trabalho, foi realizado um estudo das argamassas industrializadas destinadas à aplicação por projeção, a fim de conhecer melhor as características das argamassas e seu comportamento no estado fresco e endurecido, o que permitirá analisar os principais parâmetros de controle de qualidade utilizados para a aceitação destas argamassas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Argamassa

Foram analisadas três argamassas industrializadas de fornecedores e Estados diferentes, Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia cujo destino é a projeção. Essas argamassas são chamadas por 1, 2 e 3, referente ao seu Estado de origem.

O bom desempenho dos produtos na sua respectiva região foi o critério inicial para esta escolha.

Equipamento Utilizado

As argamassas foram projetadas por bombas de eixo helicoidal e sistema via úmido. A máquina é de propriedade da Construtora Conscam, da cidade de Campos dos Goytacazes - RJ, e a sua fabricação é da BETOMAQ.

As Figuras 1 e 2 mostram detalhes do equipamento que foi utilizado para projeção das argamassas.

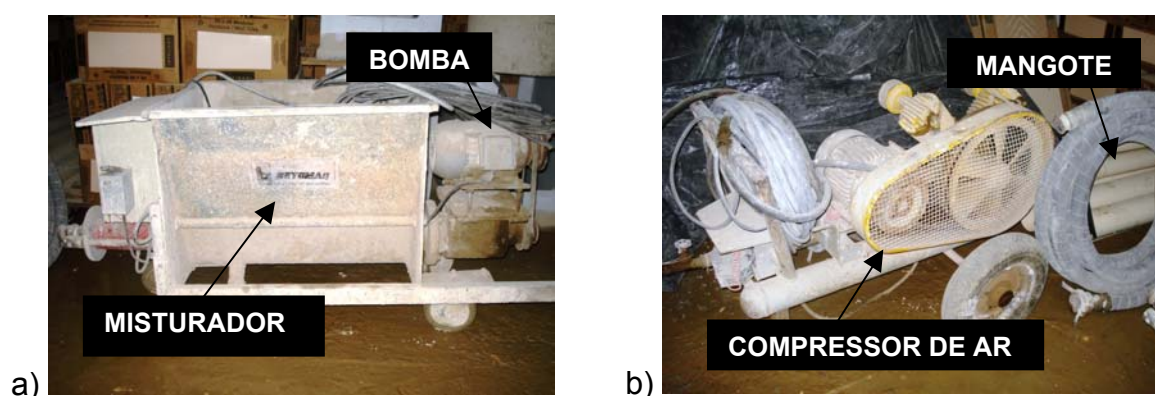


Figura 1 – Equipamento utilizado na pesquisa: a) Misturador e Bomba e b) compressor de ar e mangote.

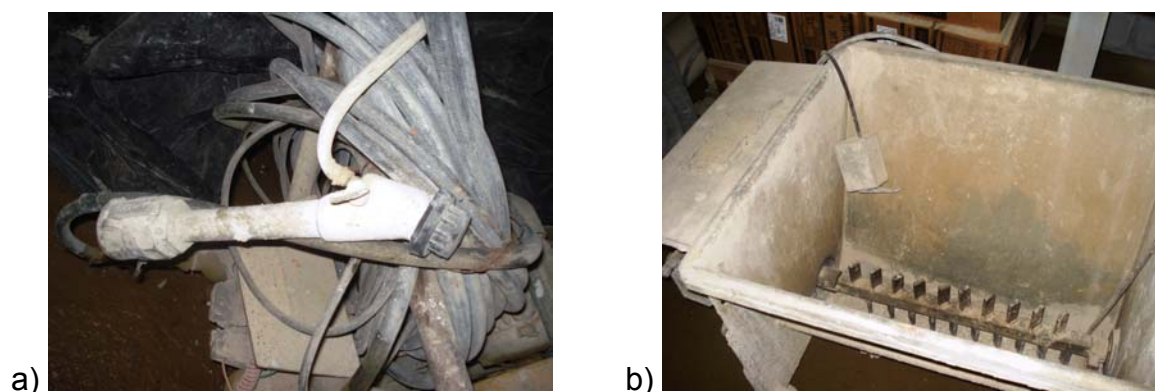


Figura 2 – a) Bico de projeção e b) Eixo helicoidal.

Métodos

Para o objetivo do trabalho, foram realizados, inicialmente, ensaios de caracterização no estado anidro e posteriormente no estado fresco e endurecido. Os ensaios realizados nos estados anidro, fresco e endurecido são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ensaios realizados nos estados anidro, fresco e endurecido.

Ensaios de caracterização no estado anidro	Distribuição granulométrica (NBR NM 248:2003)
	Massa específica (NBR NM 23:1998)
Ensaios no estado fresco	Capacidade de retenção de água (NBR 13277:1995)
	Teor de ar incorporado (NBR 13278:2005)
	Índice de consistência (NBR 13276:1995)
Ensaio no estado endurecido	Resistência à compressão (NBR 13279:1995)
	Resistência de aderência à tração (NBR 13528:1995)

As argamassas foram projetadas no ambiente construído da Construtora Conscam, na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ. Durante as projeções, buscou-se uma faixa de água/argamassa projetável, ou seja, uma mistura necessária para iniciar a projeção sem entupir o mangote, chamada de *consistente*, e uma mistura mais fluida, porém sem que essa fluidez afete a aderência inicial da argamassa ao substrato, designado como *fluido*.

Em cada mistura, foram moldados 4 corpos-de-prova cilíndricos com diâmetro de 5 cm e altura de 10 cm (Figura 3 – a), para a realização do ensaio de resistência à compressão aos 28 dias. Foram também revestidas paredes de aproximadamente 40 cm de largura, 60 cm de comprimento e 1 cm de espessura (Figura 3 – b), onde foram retirados 8 corpos de prova de seção circular de 5 cm de diâmetro, em cada parede, para o ensaio de resistência de aderência à tração.

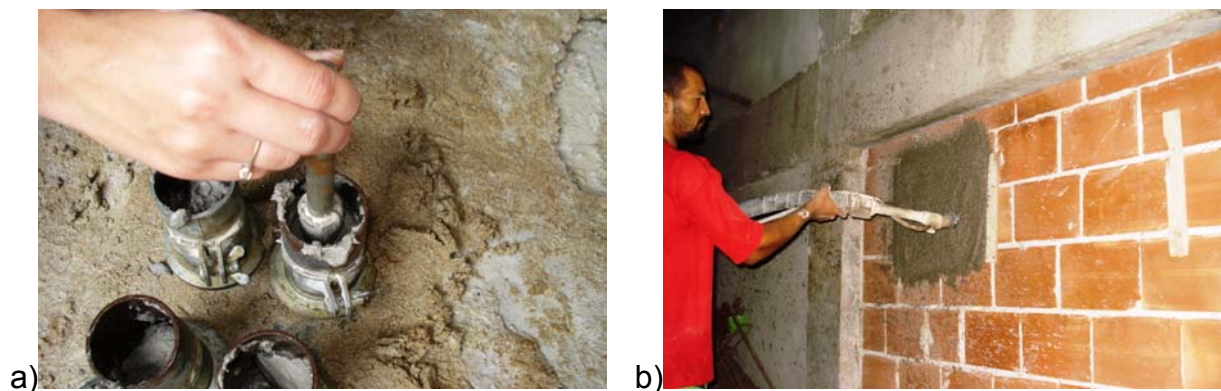


Figura 3 – a) moldagem dos corpos-de-prova para ensaio de resistência a compressão e b) projeção das argamassas na parede para ensaio de aderência à tração do revestimento.

Com as relações água/argamassa obtida em obra, foi realizado no laboratório de estruturas do LECIV/CCT/UENF, o ensaio da mesa de espalhamento para a obtenção do índice de consistência.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estado Anidro

Análise granulométrica

A Análise granulométrica permite o traçado da curva de distribuição das partículas em função de suas dimensões. Segundo resultados da ABCP de controle de qualidade de cimentos, considera-se que o cimento possui, em sua maioria, partículas menores que $75\ \mu\text{m}$, sendo acima deste diâmetro encontrado somente uma percentagem inferior a 2% ⁽²⁾.

As curvas granulométricas obtidas no ensaio segundo NBR NM 248:2003 ⁽³⁾, são mostradas na Figura 4 e as características das argamassas em estudo, na Tabela 2.

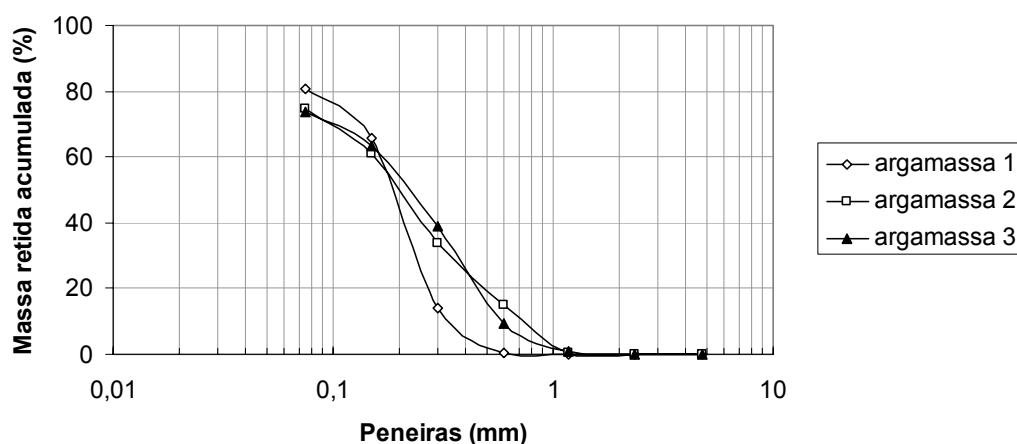


Figura 4 – Curvas de tamanho equivalente de partículas das argamassas utilizadas para estudo.

Observando-se na Figura 4 as curvas granulométricas das 3 argamassas estudadas, é possível visualizar que apresentam formato de distribuição descontínua.

O teor de finos das argamassas ficou compreendido entre 19,4% e 26,4%, uma média de 22,9%. O diâmetro máximo encontrado nas amostras foi de 1,18 mm para as argamassas 2 e 3 e 0,6mm para a argamassa 1, caracterizando assim a utilização de agregado fino e muito fino.

Massa específica

A massa específica varia com os constituintes e proporção das composições das argamassas ⁽²⁾. O ensaio foi realizado conforme NBR NM 23:1998 ⁽⁴⁾. Os resultados obtidos foi de 2,71 g/cm³ para a argamassa 1, 2,69 g/cm³ para argamassa 2 e 2,63 g/cm³ para argamassa 3. Em geral, a massa específica dos agregados encontram-se na faixa de 2,64 g/cm³ para agregados naturais e de 2,70 g/cm³ para agregados artificiais calcários, o teor destes agregados influenciam na variação da massa específica, assim como o tipo de cimento. Portanto, não foi obtida a formulação das argamassas industrializadas estudadas, não sabendo a relação cimento/cal, composição dos agregados e nem os aditivos adicionados à mistura.

Estado Fresco

Ensaio Consistência

O ensaio da Mesa de Consistência, conforme NBR 13276:2005 ⁽⁵⁾ é o método de determinação do teor de água mais utilizado. Assim, os índices de consistência das argamassas em estudo foram obtidos por este ensaio. As faixas das relações água/argamassa bombeáveis adquiridas em obra são mostrados na Tabela 2 com valores médios de 3 determinações do espalhamento na mesa de consistência.

Tabela 2 – Índice de consistência e as relações água/argamassa.

Argamassa		Espalhamento na mesa de consistência (mm)	Relação água/argamassa
1	Consistente	298	0,18
	Fluido	368	0,26
2	Consistente	242	0,17
	Fluido	323	0,21
3	Consistente	280	0,19
	Fluido	322	0,22

Os resultados da Tabela 3 mostram que as argamassas são projetáveis com a relação água/argamassa de 0,17 a 0,19 para traços chamados consistente, e de 0,21 a 0,26 para traços chamados fluidos. As argamassas que apresentaram maiores teores de finos (Figura 3) obtiveram maiores teores de água, com exceção da argamassa 1, por apresentar maior teor de agregado e menor quantidade de aglomerante, necessitou de maiores quantidades de água para projetar, a fim de evitar o acúmulo de agregados no mangote, e consequentemente, o seu entupimento. A Figura 5 mostra a influencia do teor de finos e a relação água/argamassa.

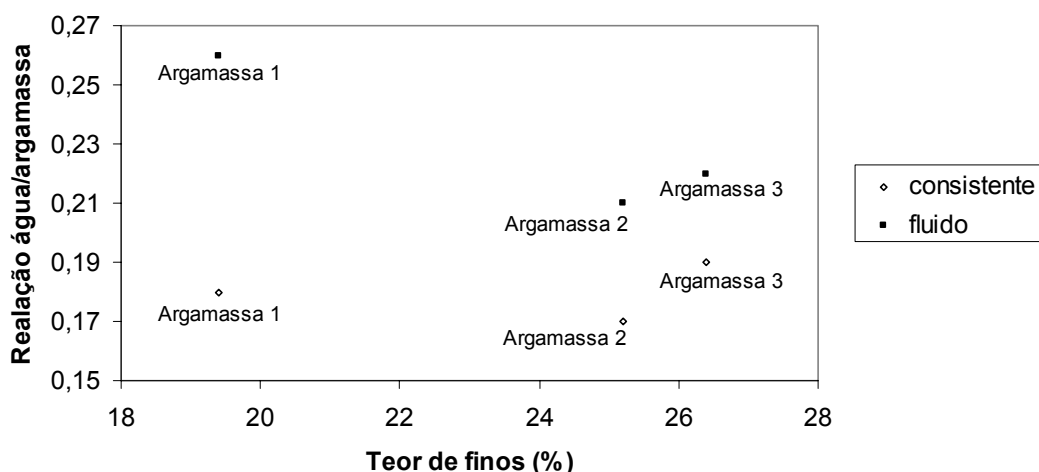


Figura 5 – Relação entre teor de finos e relação água/argamassa.

Retenção de Água e Teor de Ar Incorporado

A retenção de água e o teor de ar incorporado foram obtidos conforme especificação da NBR 13277:1995 ⁽⁶⁾ e NBR 13278:1995 ⁽⁷⁾, respectivamente. As argamassas ensaiadas no estado fresco possui faixa de 280 ± 20 mm de espalhamento na mesa de consistência. A Tabela 3 mostra os resultados dos ensaios de retenção de água e teor de ar incorporado.

Tabela 3 – Retenção de água e teor de ar incorporado das argamassas.

Argamassa	Retenção de água (%)	Teor de ar incorporado (%)
1	84	27
2	92	23
3	90	32

Segundo a NBR 13281:2001 ⁽⁸⁾, as argamassas 1 e 3 apresentam retenção *normal*, entre 80 e 90%, e a argamassa 2 uma retenção *alta*, maior que 90%.

O teor de ar incorporado é influenciado pelo tempo de mistura, adotando-se então um tempo de mistura de 4 minutos, tempo este observado em obra durante as projeções.

A Figura 6 mostra a relação do teor de ar incorporado com a trabalhabilidade, definida pelo teor de finos. Quanto maior o teor de finos, maior o teor de ar

incorporado, com exceção da argamassa 1. Conforme classificação da NBR13281:2001 ⁽⁸⁾, todas as argamassas encontram-se na faixa c, ou seja, maior que 18%.

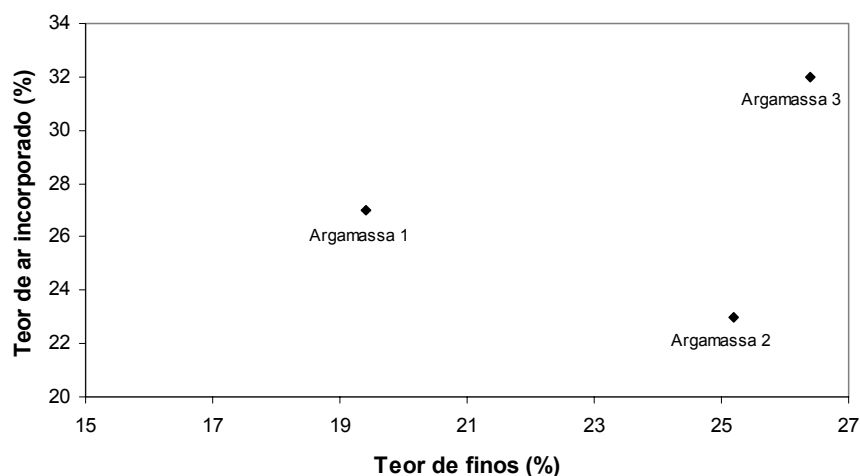


Figura 6 – Relação entre teor de finos e teor de ar incorporado.

Estado Endurecido

Os corpos-de-prova moldados na obra durante as projeções, após o capeamento com enxofre, foram rompidos aos 28 dias no LAMAV/CCT/UENF por uma prensa universal de laboratório marca INSTRON, modelo 5582.

Os resultados são mostrados na Figura 7.

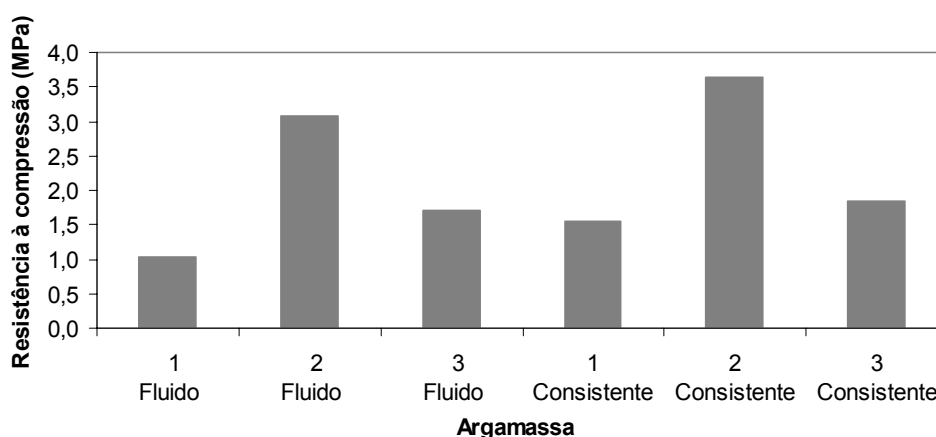


Figura 7 – Resistência à compressão das argamassas.

As resistências à compressão aos 28 dias das argamassas em estudo, ficaram na faixa de 1 a 3 MPa para os de consistência fluida e de 1,5 a 3,5 MPa para as argamassas ditas consistentes.

O ensaio de resistência de aderência à tração realizada em obra, nas paredes revestidas durante as projeções, apresentou os resultados mostrados na Figura 8.

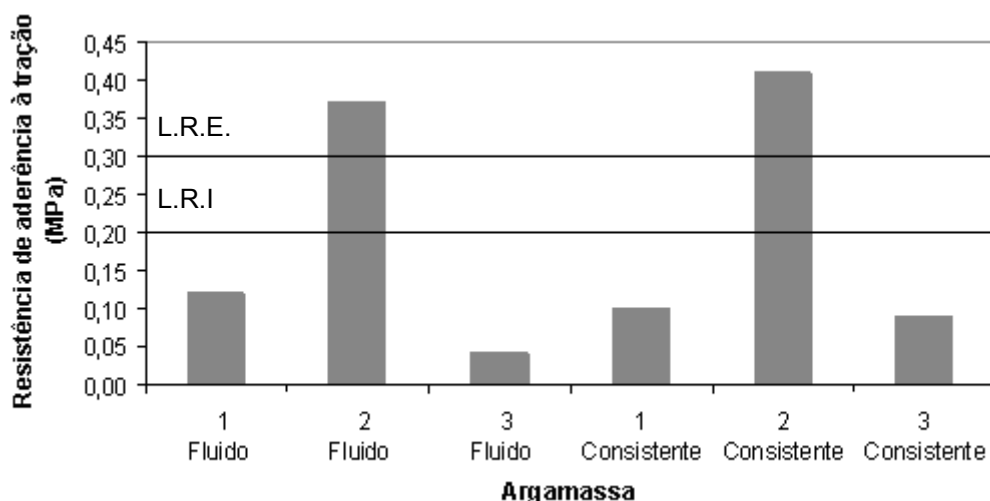


Figura 8 – Resistência de aderência à tração das argamassas.

A argamassa 2 obteve maior resistência de aderência à tração, atendendo a NBR 13749:1996 ⁽¹⁰⁾, que especifica 0,20 MPa como limite inferior de resistência de aderência para revestimentos internos (L.R.I) e 0,30 MPa para revestimentos externos (L.R.E).

A Figura 9 mostra a relação teor de ar incorporado com as resistências à aderência das argamassas estudadas.

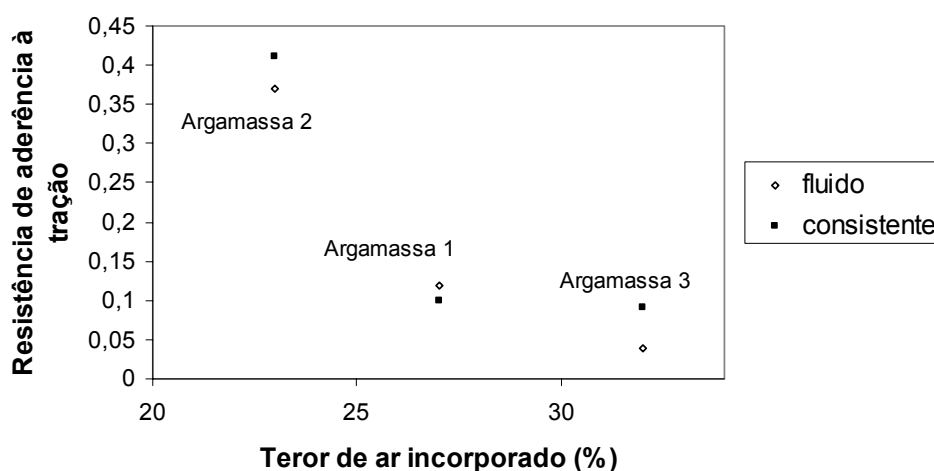


Figura 9 – Resistência de aderência à tração e teor de ar incorporado.

O teor de ar incorporado influencia a resistência de aderência, conforme Figura 8, para maiores teores de ar incorporado, menores resistências de aderência são obtidas nos revestimentos ⁽⁹⁾. A Argamassa 2 possui resistência à aderência de 0,37 MPa para as argamassas fluidas e 0,41 para as argamassas consistentes.

CONCLUSÕES

A composição das argamassas industrializadas utilizadas para projeção é de grande importância para avaliar as suas características e propriedades. O teor de finos varia com os constituintes das argamassas, que juntamente com o teor de ar incorporado, propriedade influenciada pelo tempo de mistura, altera a trabalhabilidade e relação água/argamassa durante as projeções, que por sua vez interferem nas resistências mecânicas, afetando assim o bom desempenho dos revestimentos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) SILVA, M. S. Projetando o futuro: Construtoras apostam no uso de projetores de argamassa para melhorar a produtividade e a qualidade dos revestimentos de fachada. *Téchne - A revista do engenheiro civil*, São Paulo, Ed. 110, p.36 – 38, 2006.
- (2) NAKAKURA, E. H. (2003) Análise e classificação das argamassas industrializadas segundo a NBR 13281 e a MERUC. 2003, 198 p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, departamento de Engenharia Civil.
- (3) Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003) Agregados - Determinação da composição granulométrica: NBR NM 248. Rio de Janeiro.
- (4) Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998) Cimento Portland – Determinação da massa específica: NBR – NM 23. Rio de Janeiro.
- (5) Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005) Argamassa 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.

- (6) Associação Brasileira de Normas Técnicas (1995) Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Capacidade da retenção de água: NBR 13277. Rio de Janeiro.
- (7) Associação Brasileira de Normas Técnicas (1995) Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado: NBR 13278. Rio de Janeiro.
- (8) Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos: NBR 13281. Rio de Janeiro.
- (9) MATTOS, L. R. S.; DAL MOULIN D. C. C.; CARNEIRO, A. M. P. Caracterização das argamassas para revestimento externo idealizadas em Belém/Pa – Brasil: Estudo do comportamento no estado fresco. Universidade do Minho, XXX, Revista Engenharia Civil – Número 15, 2002, p.63 – 74.
- (10) Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996) Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão: NBR 13279. Rio de Janeiro.

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF INDUSTRIALIZED MORTARS USED IN THE MECHANIZED PROJECTION

ABSTRACT

The search for technological innovations in the Civil Construction takes as an objective the reduction of costs and increase of the productivity. However, these technologies demand analysis and studies of parameters of control that provide the quality of the products. With the intention of improve the knowledge on industrialized mortars used in mechanized projection machines, a characterization was done in the state anidro, fresh and hardening of three mortars, being each one of a State, Rio de Janeiro, Sao Paulo and Bahia. The tenors of water/ mortar was obtained through tests done in built environment, it varied from 0,17 to 0,26. From these results, the mortars were projected by his respective consistency, analyzing its compressive strength, and traction adherence resistance, in this way, the good performance of the revetments was provided.