



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

COMPARAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS NOS FATORES DE EFICIÊNCIA ENTRE PRISMAS DE BLOCOS CERÂMICOS E DE CONCRETO

Dario A. Dafico (1); Brenner S. Pereira (2); Éder C. Lima (3); Glauber A. Lôbo (4)

(1) Universidade Católica de Goiás, Brasil - e-mail: dariodafico@ucg.br

(2) Universidade Católica de Goiás, Brasil - e-mail: brennersuriani@ig.com.br

(3) Universidade Católica de Goiás, Brasil - e-mail: edercard4@hotmail.com

(4) Universidade Católica de Goiás, Brasil - e-mail: glaubergo@bol.com.br

RESUMO

No presente trabalho procurou-se correlacionar os fatores de eficiência de prismas de blocos cerâmicos e de concreto com as resistências à compressão, os módulos de deformação e os teores de ar incorporado das argamassas de assentamento, de 16 diferentes traços de argamassa. Para isso definiu-se uma metodologia de dosagem de modo a controlar a relação água/aglomerante e a proporção de cal do aglomerante. Com fatores de eficiência variando entre 58 e 102 %, os prismas de blocos de concreto foram menos influenciados pela modificação nos traços das argamassas que os prismas de blocos cerâmicos, que expressaram fatores de eficiência desde 25 até 71 %. Enquanto as resistências dos prismas de blocos de concreto não apresentaram nenhuma correlação com as resistências à compressão das argamassas, as resistências dos prismas de blocos cerâmicos apresentaram significativos acréscimos com o aumento dessas. Esses resultados apontam para a oportunidade de utilização de uma metodologia de dosagem racional das argamassas de modo a aproveitar melhor a resistência potencial das unidades componentes das alvenarias.

Palavras-chave: alvenaria estrutural, argamassa, fator de eficiência

ABSTRACT

In the present work it was tried to correlate the efficiency factors of prisms of clay blocks and of concrete with the compressive strength, modulus of elasticity and air content of the brickwork mortars, of 16 different mortars mixtures. For that, a methodology of dosage study was defined to control the water-cementitious materials ratio and the proportion of lime of the cementitious materials. With efficiency factors varying between 58 and 102%, the prisms of concrete blocks were less influenced by the modification in the mortars mix proportion that the prisms of clay blocks, that showed efficiency factors since 25 up to 71%. While the compressive strength of the prisms of concrete blocks didn't showed any correlation with the compressive strength of the mortars, the compressive strength of the prisms clay blocks showed significant increments with the increase of those. Those results appear for the opportunity of use of rational methodology for mortars dosage study to take better advantage of the potential strength of the masonry component units.

Keywords: structural masonry, mortar, efficiency factor

1 INTRODUÇÃO

O valor da resistência dos prismas de alvenaria (pequenas paredes) é utilizado na teoria de cálculo da alvenaria estrutural como representativa da resistência potencial da parede e, por isso, seu valor é de fundamental importância. Entretanto a resistência dos prismas não é necessariamente proporcional à resistência dos blocos ou tijolos de que são feitos os prismas. A tabela 1 (apud Prudêncio, 1986) apresenta valores publicados por diversos autores que afirmam haver influência das propriedades dos materiais componentes das unidades de alvenaria, das propriedades das argamassas de assentamento e das geometrias das unidades. A melhor compreensão da influência dos diversos parâmetros no fator de eficiência da alvenaria pode possibilitar o aumento substantivo da resistência das alvenarias sem que haja necessidade de aumento na resistência das unidades (blocos e tijolos), simplesmente pela melhoria dos fatores de eficiência. Compreendendo melhor a influência dos parâmetros que influenciam o fator de eficiência poderemos construir paredes mais resistentes utilizando blocos ou tijolos menos resistentes, portanto de custo menor, ou podemos construir edifícios mais altos com os mesmos materiais que possuímos hoje.

Tabela 1 – Fatores de eficiência segundo diversos autores

UNIDADES	FATOR DE EFICIÊNCIA (autor)
Tijolo de concreto	60 a 90 % (Monk)
Blocos de concreto	65 a 90 % (Sutherland)
Tijolo cerâmico	25 a 50 % (Sahin)
Tijolo cerâmico	10 a 40 % (Monk)
Tijolo cerâmico	18 a 30 % (Prudêncio)
Bloco cerâmico	16 a 19 % (Gomes)
Bloco sílico calcáreo	46 % (Franco)
Bloco sílico-calcáreo maciço	33 % (Franco)

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Justificativas

Uma pergunta surge naturalmente ao observarmos a tabela 1. O que levaria uma alvenaria feita de blocos cerâmicos a ter apenas 16 a 19 % da resistência das unidades como afirma Gomes (apud Prudêncio, 1986) se uma parede com blocos de concreto pode possuir valores da ordem de 60 a 90 % como afirma Monk (apud Prudêncio, 1986) ?

Uma hipótese geralmente levantada é que o fenômeno se deveria às deformações diferenciais dos materiais da alvenaria. Esta teoria de ruptura diz que quanto maior for a diferença entre os módulos de deformação de unidades e da argamassa de assentamento, maiores as deformações diferenciais e, portanto, menor será o fator de eficiência da alvenaria. Entretanto, há casos em que a experimentação não tem confirmado esta hipótese, como mostra o trabalho de Mondarto et all (1994) que encontrou resistência de prismas muito semelhantes para valores muito diferentes nos módulos de deformação das argamassas por eles utilizadas.

2.2 Objetivos

O presente trabalho teve como objetivos verificar a existência de correlação na regressão entre os fatores de eficiência de prismas de blocos cerâmicos e de concreto com algumas propriedades das argamassas de assentamento, quais sejam, as resistências à compressão, os módulos de deformação e os teores de ar incorporados.

2.3 Metodologia

2.3.1 Dosagem das argamassas

Segundo RAGO e CINCOTTO (1995), 0,8 é um número bastante encontrado na literatura para traços de argamassas mistas com teores de cal não muito elevados. Em função disso decidiu-se utilizar esta relação como parâmetro inicial para dosagem das argamassas. Desse modo, a estratégia adotada foi a seguinte:

Calcula-se a relação Volume de água/Volume de aglomerante (Vágua/Vaglo) de uma pasta sem cal de relação água/cimento em massa igual a 0,8 (Por exemplo, para um cimento de massa específica igual a $3,15 \text{ g/cm}^3$ o Vágua/Vaglo é $2,52 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ se $a/c = 0,8$, ou seja, basta multiplicar o valor da massa específica do cimento pelo a/c).

Fixa-se então essa relação Vágua/Vaglo para ser utilizada em todas as misturas de referência e também nas misturas com adições de incorporador de ar. Deste forma, todas as pastas terão a mesma relação entre o volume de água e o volume de sólidos inicial, sendo assim garantido que as alterações na reologia das pastas por substituição de parte do cimento por cal é motivado essencialmente pelo aumento da superfície específica total de sólidos e não por alterações nas proporções volumétricas entre sólido e água que seria alterado se esta relação fosse fixada em massa já que a massa específica do cimento é bem diferente que a da cal.

Para traços mais plásticos, isto é, com o aumento do teor de substituição de parte do cimento por cal, a pasta apresenta-se mais coesa, mais plástica e também há redução da resistência à compressão e do módulo de deformação, em função do aumento na relação água/cimento. Seguindo a estratégia prevista, dosou-se os seguintes traços de argamassa em massa seca - onde “ A_i ” é a proporção de areia determinada experimentalmente - segundo a tabela 2:

Tabela 2 – Traços em massa para determinação dos teores de areia

Código do traço	Traço em massa	Traço inicial em massa
A8	1 : 0 : A_1	1 : 0 : 1
B8	1 : 0,125 : A_2	1 : 0,125 : 1
C8	1 : 0,25 : A_3	1 : 0,25 : 2
D8	1 : 0,5 : A_4	1 : 0,5 : 3

Para determinação experimental das proporções entre os materiais segundo a estratégia adotada, elege-se uma quantidade de pasta (cimento + cal + água) a ser utilizada em todas as misturas para determinação dos teores de areia que proporcione a reologia estipulada. Isso faz com que os volumes totais dessas primeiras argamassas sejam variados em função da incorporação de diferentes volumes de areia. Entretanto, quando da dosagem das argamassas definitivas para confecção dos corpos-de-prova, esses volumes são corrigidos de forma a ter-se volumes iguais de mistura na argamassadeira.

Sugeriu-se iniciar com o traço A8 utilizando-se 500 g de cimento para utilização da argamassadeira pequena. O volume de pasta, que é o mesmo a ser usado nos traços B8, C8 e D8, é calculado utilizando-se do valor de Vágua/Vaglo pré-fixado, e das massas específicas do cimento, da cal e da água. No caso dos traços com aditivo incorporador de ar, foram dois os teores de aditivo em relação à massa de aglomerante (cimento + cal), de 0,1 % e de 0,2 %. Dessa forma têm-se até aqui um total de 12 traços de argamassas com relação Vágua/Vaglo baseados na relação $a/c=0,8$.

As misturas foram realizadas com a seguinte metodologia:

- Coloca-se na cuba 100 % da quantidade de água para a mistura sem aditivo;
- Coloca-se o aditivo na água (se for mistura com aditivo);

- c) Adiciona-se o cimento (30 seg);
- d) Adiciona-se a cal (30seg);
- e) Liga-se o misturador na velocidade lenta por 30 segundos;
- f) Acrescenta-se a areia inicial durante 30 segundos;
- g) Deixa-se misturando por mais 1 minuto;
- h) Inicia-se a adição de mais areia em pequenas quantidades até se observar que a mistura se parece com uma argamassa de boa consistência para assentamento e deixa-se misturar por mais 3 minutos (total de tempo acumulado são 6 minutos);
- i) Se a argamassa tiver aparência de que é possível atender ao ensaio do Gtec Test então deve-se realizá-lo;
- j) Se no ensaio do Gtec Test não for atendido ao requisito ($1,6 \text{ cm} \leq L_o \leq 1,8 \text{ cm}$) deve-se adicionar mais areia e misturar por mais 1 minuto e assim sucessivamente;
- k) Ao encontrar o valor do Gtec Test anota-se o total de areia acrescentado e recalcula-se as massas de todos os materiais para a mistura definitiva na argamassadeira de modo a produzir um volume de argamassa de 12 dm^3 .

Para as misturas definitivas utilizadas para a moldagem dos corpos-de-prova a metodologia adotada passa-se a ser a seguinte:

- a) Coloca-se na cuba 100 % da quantidade de água para a mistura sem aditivo;
- b) Coloca-se o aditivo na água;
- c) Adiciona-se o cimento (30 seg);
- d) Adiciona-se a cal (30seg);
- e) Liga-se o misturador na velocidade lenta por 30 segundos;
- f) Acrescenta-se a areia total durante 30 segundos;
- g) Deixa-se misturando por mais 4 minutos em velocidade lenta;
- h) Realiza-se o ensaio do Gtec Test, o ensaio de teor de ar incorporado, o flow table, assentam-se os blocos de modo a produzir prismas de dois blocos e moldam-se os corpos-de-prova de argamassa.

Além das 12 misturas anteriormente descritas de relações Vágua/Vaglo fixas baseadas na relação $a/c=0,8$ foram feitas mais 4 misturas extras sem aditivo, com a mesma metodologia descrita anteriormente, utilizando-se uma outra relação Vágua/Vaglo fixa baseada na relação $a/c=0,7$, conforme apresenta a tabela 3.

Tabela 3 – Traços de relação Vágua/Vaglo fixa baseada na relação $a/c=0,7$ e sem aditivo

Código do traço	Traço em massa	Traço inicial em massa
A7	1 : 0 : A_1	1 : 0 : 1
B7	1 : 0,125 : A_2	1 : 0,125 : 1
C7	1 : 0,25 : A_3	1 : 0,25 : 2
D7	1 : 0,5 : A_4	1 : 0,5 : 3

Somando os 12 traços anteriores resulta um total de 16 traços de argamassa. Para cada uma dessas misturas foram estudados as características das argamassas no estado fresco e no estado endurecido e moldados prismas de blocos cerâmicos e de concreto para análise dos resultados de resistência à compressão.

2.3.2 Ensaios das argamassas no estado fresco

Para todas as argamassas foram realizados o ensaio de Flow Table (NBR 13276, 2002), o Gtec Teste, consistência pelo penetrômetro (NBR 11508) e Teor Ar incorporado (NBR NM 47), realizando duas determinações de cada um desses ensaios.

2.3.3 Moldagem e ensaios dos corpos-de-prova cilíndricos de argamassa.

Para cada um dos 16 traços de argamassa foram moldados 6 corpos-de-prova cilíndricos de 50 x 100 mm, 3 para resistência à compressão (NBR 13279) e 3 para módulo de deformação (NBR 8522) aos 56 dias de idade. Os corpos-de-prova foram moldados com mesmo número de camadas e golpes da NBR 7215 diferenciando-se apenas na força utilizada nos golpes já que neste estudo foram argamassas plásticas. Todos os corpos-de-prova permaneceram ao ar do laboratório até a idade de ensaio.

2.3.4 Confeção de prismas para ensaios de resistência à compressão

Para cada um dos 16 traços de argamassa foram moldados 3 prismas de 2 blocos e ensaiados à compressão aos 56 dias de idade conforme descrito na NBR 8215. Isso implicou na produção e ensaio de 48 prismas dando um consumo de 96 blocos de um cada um dos dois tipos de blocos do estudo, ou seja, concreto e cerâmico.

2.3.5 Ensaios com blocos

Para cada um dos dois tipos de blocos foram feitos ensaios de resistência à compressão (6 blocos de cada tipo).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 4 mostra as características físicas dos materiais empregados na confecção das argamassas. Os blocos de concreto utilizados possuíam dimensões nominais em centímetros de 14 x 39 x 19 (Largura x Comprimento x Altura). Os blocos cerâmicos tipo vazados estruturais possuíam dimensões nominais, em centímetros, de 12 x 25 x 12 (Largura x Comprimento x Altura).

Tabela 4 – Características físicas dos materiais empregados

Material	Massa Específica (g/cm ³)	Observações
Cimento	3,15	Tipo CP – II - F - 32
Cal hidratada	2,47	-----
Areia	2,66	Módulo de Finura = 1,81
Aditivo Incorporador de Ar	1,04	Microair EC

A tabela 5 mostra todos os traços das argamassas em massa na seguinte seqüência: Cimento : Cal : Areia : Água / Cimento Equivalente : Aditivo (%). A tabela 6 mostra as características reológicas das argamassas no estado fresco. O significado dos códigos utilizados para os traços é explicado a seguir:

a) Na seqüência A, B, C e D significam respectivamente as relações em massa da Cal sobre o Cimento de 0 , 1/8 , 1/4 e 1/2;

b) Os números 7 e 8 significam as relações Água/Cimento Equivalente de 0,7 e 0,8 respectivamente. (Define-se como "Cimento Equivalente" a massa de um volume de cimento igual ao volume de aglomerante. Isso é feito de modo a se manter as relações volumétricas entre água e aglomerante já que a massa específica da cal é bem menor que a do cimento.) ;

c) Na seqüência I, II e III significam respectivamente os teores de aditivo incorporador de ar em porcentagem da massa de aglomerante de 0 %, 0,1 % e 0,2 %.

A tabela 7 mostra as resistências à compressão e os módulos de deformação das argamassas aos 56 dias. A tabela 8 mostra os resultados das resistências à compressão dos prismas e os valores calculados dos fatores de eficiência para os blocos cerâmicos e de concreto para os 16 traços de

argamassa aos 56 dias de idade. Na tabela 9 são apresentadas as resistências dos blocos cerâmicos e dos blocos de concreto. Os blocos de concreto foram recebidos no laboratório com mais de 28 dias de cura.

Tabela 5 - Traços das argamassas em massa

Item	Código do Traço	Traço Proporção em Massa	Quantidades por mistura				
			Cimento	Cal	Areia	Água	Aditivo
			(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1	A 8 I	1 : 0 : X : 0,8 : (0,0%)	500	0	1370	400	0
2	B 8 I	1 : 1/8 : X : 0,8 : (0,0%)	500	62,5	1547	466	0
3	C 8 I	1 : 1/4 : X : 0,8 : (0,0%)	500	125	1710	532	0
4	D 8 I	1 : 1/2 : X : 0,8 : (0,0%)	500	250	2148	664	0
5	A 8 II	1 : 0 : X : 0,8 : (0,1%)	500	0	1650	400	0,5
6	B 8 II	1 : 1/8 : X : 0,8 : (0,1%)	500	62,5	1800	466	0,56
7	C 8 II	1 : 1/4 : X : 0,8 : (0,1%)	500	125	2015	532	0,63
8	D 8 II	1 : 1/2 : X : 0,8 : (0,1%)	500	250	2400	664	0,75
9	A 8 III	1 : 0 : X : 0,8 : (0,2%)	500	0	1850	400	1
10	B 8 III	1 : 1/8 : X : 0,8 : (0,2%)	500	62,5	1996	466	1,13
11	C 8 III	1 : 1/4 : X : 0,8 : (0,2%)	500	125	2270	532	1,25
12	D 8 III	1 : 1/2 : X : 0,8 : (0,2%)	500	250	2650	664	1,5
13	A 7 I	1 : 0 : X : 0,7 : (0,0%)	500	0	1257	350	0
14	B 7 I	1 : 1/8 : X : 0,7 : (0,0%)	500	62,5	1405	408	0
15	C 7 I	1 : 1/4 : X : 0,7 : (0,0%)	500	125	1585	466	0
16	D 7 I	1 : 1/2 : X : 0,7 : (0,0%)	500	250	1810	582	0

Tabela 6 – Características reológicas apresentadas pelos traços de argamassa

Item	Código do Traço	GTEC Teste			Flow Table (mm)	Teor de Ar Incorp. (%)
		Lo	n	i		
		(cm)	(golpes)	(golpes)		
1	A 8 I	1,7	6	7	280	6
2	B 8 I	1,8	11	11	255	4,5
3	C 8 I	1,7	8	11	266	3,2
4	D 8 I	1,8	12	21	240	3,9
5	A 8 II	1,6	4	6	227	15
6	B 8 II	1,8	7	15	230	11
7	C 8 II	1,8	7	12	235	12
8	D 8 II	1,8	16	29	236	7,5
9	A 8 III	1,5	2	8	218	16
10	B 8 III	1,6	4	8	224	19
11	C 8 III	1,8	7	13	211	18
12	D 8 III	1,7	6	10	218	14
13	A 7 I	1,7	11	16	247	7
14	B 7 I	1,8	12	21	258	4,8
15	C 7 I	1,7	7	15	238	3,9
16	D 7 I	1,7	10	16	278	2,9

Tabela 7 – Resistência à compressão e módulo de deformação das argamassas aos 56 dias de idade

Código do Traço	Res. Comp. 56 dias			Média R56	Mód. Deformação 56 dias			Média E56
	CP 1	CP 2	CP 3		CP 1	CP 2	CP 3	
	(MPa)	(MPa)	(MPa)		(GPa)	(GPa)	(GPa)	
A 8 I	14,1	9,7	11,2	11,7	10,6	10,9	11,4	11
B 8 I	12,8	12,8	11	12,2	11,6	10,4	10,6	10,9
C 8 I	10,6	11,1	10,8	10,8	9,5	9,3	9,6	9,5
D 8 I	6,4	6,3	7,1	6,6	7,5	6,4	7,9	7,3
A 8 II	7,8	9,4	7	8,1	10,3	9,2	9,4	9,6
B 8 II	8,5	10,5	9,4	9,5	9,9	10,8	8,7	9,8
C 8 II	8,3	8,4	7,9	8,2	9,9	8,2	7,9	8,7
D 8 II	6,1	5,3	5,5	5,6	6,4	8	7,3	7,2
A 8 III	5,6	5,6	6,1	5,8	5,6	5,7	5,1	5,5
B 8 III	5	4,6	6,1	5,2	5	6,1	7,2	6,1
C 8 III	7,4	6,4	6,5	6,8	7,3	7,1	6,3	6,9
D 8 III	6,1	6	6,5	6,2	6,6	6,5	14,2	9,1
A 7 I	17,5	17,8	18,8	18	14,1	13,6	12,4	13,4
B 7 I	16	19,6	20,1	18,6	14,4	12,9	11,2	12,8
C 7 I	10,4	12,8	11,9	11,7	10,1	9,2	9,4	9,6
D 7 I	11	9,3	10,3	10,2	9,5	9,5	9,8	9,6

Tabela 8 – Resistências de Prismas e Fatores de Eficiência para Blocos Cerâmicos e de Concreto para os 16 traços de argamassa aos 56 dias de idade

Código do Traço	Res. Comp. Prismas BLOCOS de CONCRETO			Média RP	Fator de Eficiência	Res. Comp. Prismas BLOCOS CERÂMICOS			Média RP	Fator de Eficiência
	CP 1	CP 2	CP 3			CP 1	CP 2	CP 3		
	(MPa)	(MPa)	(MPa)			(MPa)	(MPa)	(MPa)		
A 8 I	4,0	3,7	*	3,9	87	4,3	5,9	4,2	4,8	47
B 8 I	2,8	3,0	*	2,9	64	3,4	4,3	4,4	4,0	39
C 8 I	4,2	4,2	*	4,2	93	3,0	4,6	3,9	3,8	37
D 8 I	3,9	4,5	*	4,2	93	3,7	3,5	3,0	3,4	33
A 8 II	3,5	*	*	3,5	78	4,1	4,0	4,7	4,3	42
B 8 II	2,1	3,5	2,6	2,7	60	4,4	4,3	4,6	4,4	43
C 8 II	3,6	2,8	3,6	3,3	73	4,0	4,3	4,2	4,2	41
D 8 II	3,5	3,5		3,5	78	4,3	4,3	4,2	4,3	42
A 8 III	2,7	2,7	2,9	2,8	62	3,4	2,1	3,3	2,9	28
B 8 III	3,9	2,3	3,2	3,1	69	3,5	2,9	3,0	3,1	30
C 8 III	3,8	3,6	3,2	3,5	78	3,1	3,8	3,7	3,5	34
D 8 III	2,0	3,1	*	2,6	58	2,1	3,1	*	2,6	25
A 7 I	3,0	*	*	3,0	67	7,2	7,4	7,0	7,2	71
B 7 I	4,0	3,4	4,5	4,0	89	5,6	5,1	7,3	6,0	59
C 7 I	3,9	4,4	3,2	3,8	84	5,3	6,9	6,7	6,3	62
D 7 I	4,4	4,7	*	4,6	102	4,1	5,0	4,5	4,5	44

*Prismas perdidos no manuseio

Tabela 9 – Resistência à compressão dos blocos cerâmicos e de concreto

Tipo de Bloco	Resistências Individuais						Média	Desv.Padrão	CV
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RM	Sd	
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)
Concreto	5,9	3,5	3,7	4,3	4,8	4,6	4,5	0,86	19,1
Cerâmico	9	9,1	11,8	10	10,5	10,6	10,2	1,05	10,3

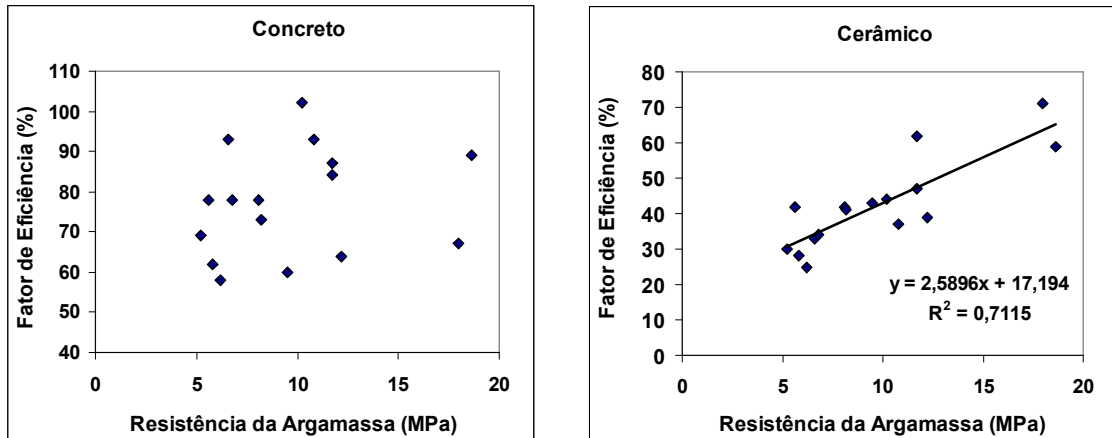


Figura 1 – Correlação entre fator de eficiência de prismas e resistência à compressão da argamassa de assentamento para blocos de concreto e cerâmico.

A figura 1 à esquerda mostra um gráfico que procura correlacionar o fator de eficiência de prismas de blocos de concreto com a resistência à compressão da argamassa de assentamento. Verifica-se de imediato que não há nenhuma correlação. Já à direita da figura 1 têm-se um gráfico correlacionando o fator de eficiência dos primas de blocos cerâmicos com a resistência à compressão da argamassa de assentamento onde observa-se a existência de boa correlação, pois o coeficiente de determinação diz que 71,15 % da variação do fator de eficiência dos prismas de blocos cerâmicos se deve à variação na resistência à compressão da argamassa de assentamento.

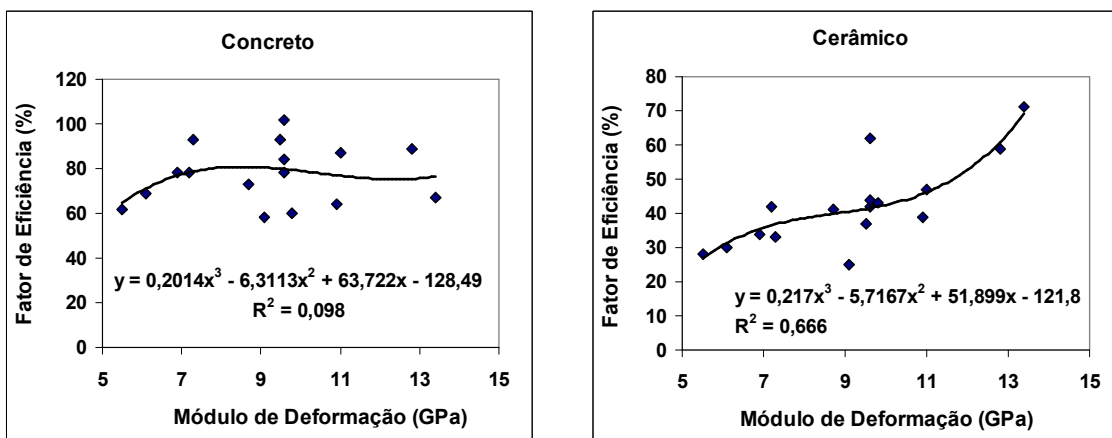


Figura 2 – Correlação entre fator de eficiência e módulo de deformação da argamassa de assentamento para blocos de concreto e cerâmico.

A figura 2 à esquerda mostra um gráfico que procura correlacionar o fator de eficiência de prismas de blocos de concreto com o módulo de deformação das argamassas. Verifica-se que não há uma correlação evidente como mostra o fraco coeficiente de determinação da curva de tendência

polinomial nele inserida. Já à direita da figura 2 tem-se um gráfico correlacionando o fator de eficiência dos prismas de blocos de cerâmicos com o módulo de deformação da argamassa de assentamento. Verifica-se a existência de correlação quando se trata de blocos cerâmicos, de modo semelhante do que foi encontrado quando da tentativa de correlacionar o fator de eficiência e a resistência à compressão da argamassa de assentamento.

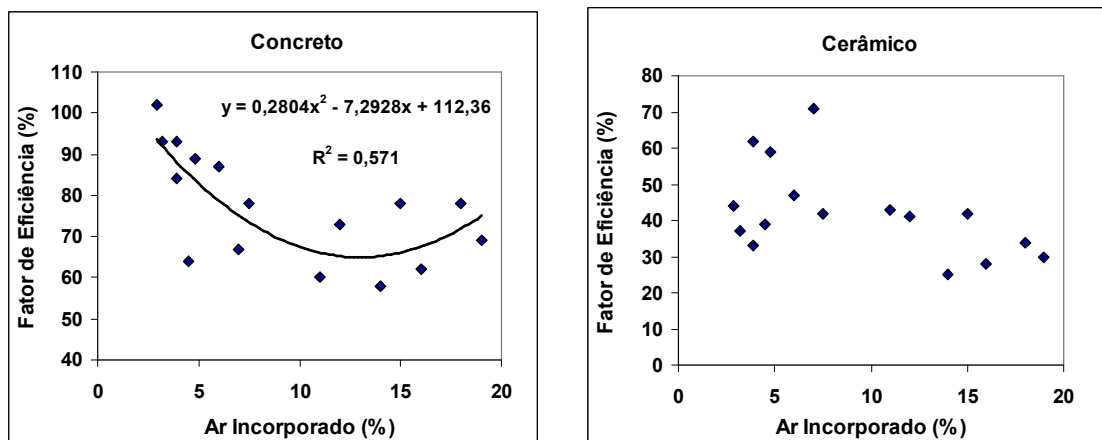


Figura 3 – Correlação entre o fator de eficiência e o teor de ar incorporado na argamassa de assentamento para blocos de concreto e cerâmico.

A figura 3 à esquerda mostra um gráfico que procura correlacionar o fator de eficiência dos prismas de blocos de concreto com o teor de ar incorporado na argamassa de assentamento. É interessante notar que desta vez encontrou-se um índice de correlação razoável ($r = 0,755$) indicando que a porosidade da argamassa influencia na resistência do prisma. No entanto não foi possível encontrar uma explicação razoável já que o módulo de deformação pareceu não influenciar no fator de eficiência. Uma hipótese é que o Coeficiente de Poisson, e não o Módulo de Deformação, seria a propriedade mecânica da argamassa que melhor explicaria o fator de eficiência dos prismas. Isso parece lógico, pois um coeficiente de Poisson da argamassa muito diferente do coeficiente do bloco irá causar tensões cisalhantes na interface causando a ruptura da argamassa ou do bloco.

Na figura 3 à direita há uma tentativa de correlação entre o fator de eficiência dos prismas de blocos cerâmicos com o teor de ar incorporado na argamassa de assentamento. De modo oposto ao encontrado com os blocos de concreto, desta vez a correlação foi muito fraca, o que evidencia o diferente comportamento dos prismas de blocos cerâmicos e de concreto.

4 CONCLUSÃO

Procurou-se correlacionar o fator de eficiência de prismas de blocos cerâmicos e de concreto com a resistência à compressão, o módulo de deformação e o teor de ar incorporado na argamassa de assentamento, de 16 diferentes traços de argamassa. No caso dos prismas de blocos de concreto não foi verificada nenhuma correlação entre o fator de eficiência e a resistência à compressão da argamassa, nem tampouco foi encontrada correlação com o módulo de deformação. Entretanto verificou-se uma dependência significativa do fator de eficiência com o teor de ar incorporado. Isto levanta a hipótese de que o fator de eficiência dos prismas de blocos de concreto possa ser fortemente dependente do coeficiente de Poisson, mas este, por sua vez, é afetado pela incorporação de ar na argamassa de maneira diferente do que o é o módulo de deformação.

No caso dos blocos cerâmicos encontrou-se significativa correlação entre o fator de eficiência e a resistência à compressão da argamassa de assentamento. Também foi encontrada boa correlação com o módulo de deformação. Neste caso, porém, não foi encontrada correlação com o teor de ar

incorporado. Talvez por possuir uma maior resistência à tração, os blocos cerâmicos sejam menos afetados pelo coeficiente de Poisson, tornando o módulo de deformação e a resistência à compressão, mais importantes.

Mesmo não sendo ainda possível explicar como e porque o fator de eficiência dos prismas de blocos cerâmicos e de concreto são diferentemente afetados pelas características das argamassas de assentamento, fica evidente, em função dos resultados obtidos, que os fatores de eficiência variam significativamente em função da argamassa. O presente estudo também apresenta uma metodologia para dosar racionalmente as argamassas de assentamento de modo a encontrar o traço que produza o maior fator de eficiência para cada tipo de bloco.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522**. Concreto – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação. Rio de Janeiro, 2003, 9p.

_____. **NBR 8215**. Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Preparo e ensaio à compressão. Rio de Janeiro, 1983, 2p.

_____. **NBR 11508**. Materiais refratários não conformados – Determinação da consistência de argamassas. Rio de Janeiro, 1991, 3p.

_____. **NBR 13276**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2002, 3p.

_____. **NBR 13279**. Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1995, 2p.

_____. **NBR 7215**. Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991, 7p.

_____. **NBR 7184**. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1991, 2p.

_____. **NBR NM 47**. Concreto – Determinação do teor de ar em concreto fresco – Método pressométrico. Rio de Janeiro, 2002, 23p.

MONDARDO, M.M.; KINDLEIN, T.; CAMARGO, J.W. **Resistência à compressão de prismas com argamassas de cimento, cal e areia e cimento, saibro e areia**. 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Proceedings. Florianópolis, 1994, p. 176-186.

PRUDÊNCIO JR, L.R. **Resistência à compressão da alvenaria e correlação entre a resistência de unidades, prismas e paredes**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia. UFRGS. Porto Alegre, 1986, 123 p.

RAGO, F. & CINCOTTO, M.A. **A reologia da pasta de cimento e a influência da cal**. Anais do I Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Goiânia, 1995, p. 125-32.