

COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO

COMPARATIVE OF RESISTANCE TO COMPRESSION OF SEALING MORTARS USING AIR INCORPORATING

Wilson Manfredo Junior¹

Mateus Augusto Balieiro Nascimento²

Vinicius Slompo Pinto³

RESUMO: O estudo teve como principal foco, a comparação da resistência a compressão de argamassas de assentamento. Foram analisados 3 tipos de argamassas, das quais se retiraram 3 ensaiomunhas de cada, para análises em rompimentos de ensaio de compressão. Para a realização dos ensaios, utilizou-se as normas da *American Society for testing and materials (ASTM) C-109*, e foi utilizada a *ASTM C-270*, para determinação dos traços, foram utilizadas normas americanas, devido à dificuldade de respaldos das normas brasileiras necessários para os ensaios. Como resultado, obteve-se que as argamassas simples possuíram os maiores índices de resistência, as argamassas mistas possuíram teores um pouco menores e as argamassas com aditivos incorporadores de ar, obtiveram baixos teores de resistência. Conclui-se que as argamassas simples e mistas, são mais utilizadas em assentamentos de alvenaria, devido os altos teores de resistência a compressão, diferente das argamassas com aditivos, que poderá ser utilizada em revestimentos ou algo que não exijam grandes proporções de resistência, pois são limitadas nesse aspecto.

Palavras-chave: Argamassa, Cal hidratada, Aditivos, Resistência.

ABSTRACT: *The main focus of the study was the comparison of the compressive strength of nesting mortars. Three types of mortars were analyzed, from which 3 witnesses of each were removed for analysis in compression test disruptions. To perform the tests, ASTM C-109 was used, and ASTM C-270 was used to determine the traits. As a result, it was obtained that simple Asmortars had the highest resistance indices, the mixed mortars had slightly lower contents and the mortars with air-incorporators additives, obtained low resistance levels. It is concluded that the simple and mixed mortars are more used in masonry settlements, due to the high levels of compressive strength, different from mortars with additives, which can be used in*

¹ Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: manfredo1996@hotmail.com.

² Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: mateus_abn@hotmail.com.

³ Docente em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: vinicius.slompo.p@gmail.com.

coatings or something that does not require large Resistance ratios because they are limited in this respect.

Keywords: Mortar, Hydrated lime, Additives, Strength.

1 INTRODUÇÃO

A argamassa é considerada uma mistura homogênea de aglomerantes inorgânicos, como o cimento *Portland* e a cal hidratada; agregados miúdos, como exemplo da areia que está presente na maioria dos casos e água. Pode conter também aditivos com propriedades beneficiadoras ao composto desejado (ABNT NBR 13281: 2005).

A identificação das argamassas varia conforme o tipo de aglomerante utilizado. No caso do uso de somente um tipo aglomerante, a argamassa obtida é nomeada argamassa simples, caso se utilize mais de um tipo de aglomerante, a argamassa resultante é denominada argamassa mista. Contudo as principais características das argamassas dependem da composição da mistura (RIBEIRO, 2013).

A cal hidratada proporciona às argamassas mistas condições favoráveis de endurecimento, melhorando a plasticidade e a elasticidade no conjunto da mistura (FIORITO, 2009). A adição da cal nas argamassas traz resultados benéficos à mistura e melhoria nas propriedades físicas e mecânicas das argamassas. Porém em altas escalas, surgem efeitos opostos aos seus benefícios, gerando resultados desagradáveis a mistura (CINCOTTO; MARQUES; HELENE, 1985).

Segundo Polito et al. (2008), as argamassas com aditivos incorporadores de ar visam a melhoria da trabalhabilidade, sem mesmo ser necessário o uso de mais de um aglomerante na mistura, gerando economia de custos e redução da quantidade de água da mistura. Esses aditivos proporcionam aumento da área de contato entre o substrato e a argamassa. Porém, no estado endurecido, os incorporadores de ar geram uma certa redução de algumas propriedades das argamassas, diminuindo a resistência mecânica, fator comprometedor para utilização do aditivo à argamassa de assentamento.

Além de ser usada para assentamentos e união dos tijolos e blocos, as argamassas são responsáveis por selar as frestas que ajudam a distribuir as cargas suportadas pelas construções. Assim, a argamassa ajuda as alvenarias se tornarem monolíticas (similar a uma grande pedra uniforme), estabilizando o conjunto e

absorvendo as deformações geradas pelos descarregamentos dos esforços (AMBROZEWICZ, 2012).

O objetivo do trabalho é comparar o uso das argamassas de assentamento com compostos diferentes em suas composições, através de ensaios de resistência a compressão, para efetuar a comparação dos resultados. Os ensaios estão envolvendo os tipos de argamassas mais utilizadas nas construções, tais como: argamassa simples, mistas e argamassas simples com aditivos incorporadores de ar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Argamassa de assentamento

As argamassas são caracterizadas pela mistura de aglomerantes e agregados miúdos, misturados com água, com capacidade de endurecimento e aderência ao substrato, permitindo o emprego da mistura para o assentamento de elementos das alvenarias, revestimento interno e externo de paredes, chapiscos e demais utilizações nas construções (FIORITO, 2009).

Normalmente as argamassas produzidas em obras são feitas com areia lavada, junto com o cimento *Portland* e/ou a cal hidratada (responsáveis pela aglomeração da mistura), podendo ser utilizados aditivos com a finalidade de melhorar as suas características. A argamassa deve ser bem-sucedida ao seguir-se as proporções conforme os traços especificados, a boa obtenção do produto dá-se decorrente da boa mistura e envolvimento dos grãos unidos à pasta aglomerante da massa (AMBROZEWICZ, 2012).

As argamassas destinadas ao assentamento são empregadas para edificação de paredes e muros de tijolos e/ou blocos, além de ser utilizada para colocação de cerâmicas, ladrilhos, azulejos e outros materiais. Para que as argamassas de assentamento proporcionem um adequado desempenho, deve-se ter boa resistência mecânica e trabalhabilidade. Dentre seus empregos, estão o de atrelar os elementos de alvenaria e contribuir na resistência de contribuição lateral, distribuir de maneira uniforme as cargas influentes nas alvenarias, selar as juntas para impedir a permeabilização das águas vindas de chuvas e exteriores e auxiliar na absorção das deformações decorrentes nas alvenarias (BEZERRA,2010).

2.1.1 Argamassa simples

As argamassas simples se diferenciam por possuírem apenas um aglomerante em sua composição, juntamente com o agregado miúdo e a água de amassamento do composto. Para sua preparação deve ser tomada a quantidade exata de cada um dos materiais, visando a obtenção das características necessárias para o seu uso. Certos cuidados devem ser analisados em relação ao excesso das proporções utilizadas, como por exemplo: a quantidade de água adicionada deve ser a mínima suficiente para conceder as reações de hidratações dos aglomerantes e não intervir no uso, desempenho e resistência das argamassas (RIBEIRO, 2013).

O uso do cimento como aglomerante nas argamassas simples gera resultados com melhor resistência, porém dificulta a trabalhabilidade. Já misturas cujo aglomerante é a cal hidratada, são muito utilizadas para reboco e emboço, devido a melhoria em vários aspectos, tais como na plasticidade da mistura, elasticidade e a obtenção de condições favoráveis de endurecimento e acabamento (FIORITO, 2009).

2.1.2 Argamassa mista

As argamassas mistas possuem vantagens em relação às outras, pois na mistura, a cal forma junto à água e os inertes incorporados, uma mistura penetrante que vai além das reentrâncias e vazios dos substratos, cimentando-os. Ao longo do processo de endurecimento, as partículas finas de hidróxidos se aglomeram, formando cristais, que se multiplicam conforme a evaporação da água de amassamento. Esses cristais se unem formando uma resistente malha, retendo os agregados. Tecnicamente a cal proporciona às misturas, melhorias em relação a função aglomerante, aprimorando conseqüentemente a retenção de água, conseqüentemente ajudando na trabalhabilidade das argamassas (GUIMARÃES, 1998).

O comportamento da cal hidratada é provado por várias fontes de pesquisas e ensaios, como o plastificante mais recomendável para melhoria da trabalhabilidade e propriedades das argamassas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE CAL, 2006).

Do ponto de vista ambiental e econômico, a cal hidratada traz benefícios a estes meios, melhorando o custo por metro cúbico, pois permite a atribuição de maior quantia de agregados para uma mesma quantidade de cimento. Do ponto de vista ambiental, a cal é considerada um material alcalino (cujo pH é maior que 11,5), tornando o meio mais asséptico. Devido a sua tonalidade ser branca, clareia as

misturas, proporcionando às argamassas proteção contra raios solares, bloqueando a transferência de calor para o entorno (GUIMARÃES, 1998).

2.2 Aglomerantes

Aglomerante é um tipo de material ativo, ligante, com a principal finalidade de gerar uma pasta promotora de união entre as partículas dos agregados. O uso dos aglomerantes geralmente tem como finalidade, a obtenção de concretos e argamassas nas construções (AMBROZEWICZ, 2012).

Os aglomerantes são geralmente utilizados para fazer a união dos agregados nas argamassas. Os compostos comumente empregados são o cimento *Portland* e a cal hidratada, que são importantes devido algumas características químicas responsáveis pelo efeito aglomerante, finura, poder de endurecimento e solidificação, gerando assim propriedades importantes nas misturas, como a resistência e aderência (DUBAJ, 2000).

2.2.1 Cimento *Portland*

O cimento é classificado como aglomerante hidráulico, obtido pela moagem de clínquer *Portland* ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura, materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonáticos (ABNT NBR 5732, 1991. p. 2)

O cimento é utilizado nas misturas por sua capacidade de endurecer conforme entra em contato com a água. Posteriormente confere grande resistência e desenvolvimento da adesão nas argamassas. A sua composição química e finura, são os principais responsáveis por tais capacidades, atribuindo ideal desempenho da mistura e a junção dos agregados nas argamassas e concretos (DUBAJ, 2000).

2.2.2 Cal hidratada

De acordo com ABNT NBR 7175 (2002, p.2) a cal hidratada é definida como: “Pó obtido pela hidratação da cal virgem, constituído essencialmente de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio.”

A cal hidratada é considerada como um aglomerante, entretanto, no caso das argamassas mistas, age como um elemento plastificante, na qual possui a

competência de conferir trabalhabilidade, aprimorando o manuseio das argamassas, além de ocasionar a melhoria na retenção de água, fundamental para minimização das fissuras conforme o endurecimento da mistura (CINCOTTO; MARQUES; HELENE, 1985).

2.3 Aditivos químicos

Os aditivos são definidos como uma substância extra aos componentes fundamentais das argamassas, adicionados imediatamente antes ou durante o amassamento, têm por finalidade melhorar ou incorporar uma nova propriedade às argamassas, tanto no estado fresco ou endurecido (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS C125:1992).

Aditivos proporcionam ações interferentes nas condições físicas e químicas das argamassas, de adsorção, de alteração das forças de atração, de tensão superficial, de atração dentre as partículas do cimento, de mudanças da velocidade das reações de hidratação e de ajustes com certos componentes do cimento. Deve ser analisado a finalidade dos aditivos às argamassas, pois, apesar das ações desejadas que proporcionam às misturas, eles ainda podem modificar propriedades secundárias, influenciando outros aspectos não desejados aos compostos (SOBRAL, 1990).

Os aditivos químicos são classificados perante a função exercida dentro das argamassas ou concretos. Dentre os mais utilizados estão os redutores de água (plastificantes e superplastificantes), aceleradores e retardadores de pega, inibidores de corrosão, incorporadores de ar, redutores de retração, entre outros (SILVA, 2006).

2.3.1 Aditivos incorporadores de ar

Os aditivos incorporadores de ar são basicamente tensoativos aniônicos que quando injetados às pastas de cimentos fixam nas partículas sólidas delas, acarretando de tal modo ao desenvolvimento das bolhas de ar, devido aos tensoativos não adsorvidos que ficam livres na fase aquosa. Conforme ocorrem níveis de agitação, geram-se as bolhas de ar microscópicas, resultados da aglutinação das partes apolares dos tensoativos (RIXOM; MAILVAGANAM, 1999).

O teor de ar incorporado é a quantidade de ar existente em um certo volume de argamassa. Conforme aumenta-se o teor de ar, a densidade da argamassa diminui, interferindo diretamente em outras propriedades da argamassa no estado fresco, como a trabalhabilidade. Ou seja, uma argamassa com menor densidade de massa e

elevados teores de ar, proporciona melhorias na trabalhabilidade, afetando negativamente as propriedades de aderência e de resistência mecânica da argamassa (BEZERRA,2010).

2.4 Agregados miúdos

Nas argamassas, comumente estabelece como agregado miúdo a areia natural, cuja origem é quartzosa, derivada de jazidas fluviais. Eventualmente, há casos de utilização de areia artificial (pó de pedra) derivada da moagem de rochas, efeito que gera a apresentação de materiais pulverulentos (de características finas), ocasionando maior atrito dos compostos com a massa, gerando maior necessidade de água para o amassamento. A textura e a forma dos grãos exercem grande influência na qualidade das argamassas, podendo beneficiar ou não as propriedades nos estados: fresco e endurecido (FREIRE, 2003).

Segundo Dubaj (2000), o agregado influencia no preenchimento dos vazios na mistura, reduzindo assim a quantia de aglomerantes, gerando economia de custos.

2.5 Traços das argamassas

Denomina-se traço a orientação das proporções de cada material ou líquido encontrado nas misturas das argamassas, nos quais podem ser apresentados por volume ou massa. A utilização do traço por unidades de massa é mais eficiente, garantindo a quantidade mais próxima desejada de consumo e conseqüentemente melhor eficácia em controles de qualidade para as argamassas (AMBROZEWICZ, 2012).

Geralmente os traços são orientados em unidades de volumes nas argamassas, assim, como em exemplos de argamassas simples (utilizando cimento e areia) no qual o traço indicado por 1:3, indica que o preparo deve ser realizado com um volume de cimento para três volumes para areia (FIORITO, 2009).

2.6 Resistência à compressão

A análise da resistência a compressão é um dos parâmetros mais relevantes para ser analisados na produção das argamassas, com a qual é avaliada a competência desses materiais de resistir às cargas dos carregamentos (MARTINS, 2011).

As argamassas devem possuir resistência mecânica compatível com os esforços a que serão solicitadas. Como, por exemplo, argamassas de assentamento para alvenarias estruturais, a resistência à compressão é uma propriedade fundamental (SPRINGER, 2008).

Embora outras características tais como a impermeabilidade, estabilidade de volume e durabilidade acabem sendo propriedades mais relevantes em determinados casos, caso se atinja uma boa resistência a compressão, provavelmente se têm as demais propriedades atendidas de forma muito satisfatória, pois a obtenção de boa resistência aumenta conseqüentemente com o sucesso de todos os critérios de misturas e dosagens das argamassas (NEVILLE; BROOKS, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do ensaio

Os ensaios e experimentos foram realizados no laboratório de estudos e análises do curso de engenharia civil, no Centro Universitário UNIFAFIBE.

3.2 Metodologia Aplicada

O ensaio realizado é derivado da American Society for Testing and Materials (ASTM) C270, que estabelece especificações de padrões de argamassas para alvenaria. O método de cálculo da resistência à compressão para as argamassas de assentamento, no estado endurecido, é conforme a ASTM C109, que impõe as condições ideais para a determinação da resistência da mistura.

Foram estabelecidos conforme as orientações da ASTM C270, parâmetros de traços pré-estabelecidos por ensaios referentes a argamassas com alta resistência a compressão, respeitando as exigências e cuidados previstos pela norma, para que a eficiência do ensaio ocorra nos parâmetros desejados.

3.2.1 Traços e Proporções

Os traços foram estabelecidos em proporções de peso (quilograma ou grama). Para a obtenção de resultados precisos, os componentes foram medidos em balança de precisão e dosados conforme a tabela 1, na qual se visualiza os requisitos de especificações de proporção, orientados pela ASTM C270.

TABELA 1. Requisitos de especificação de proporção

Argamassa	Tipo	Proporção em Volume			Agregado
		Cimento	Cimento de Alvenaria	Cal Hidratada	
Cimento-Cal	M	1	...	(1/4)	Não menos que 2,25 e não mais que 3 vezes a soma dos volumes separados de materiais cimentícios
	S	1	...	(1/4) para (1/2)	
	N	1	...	(1/2) para (1.1/4)	
	O	1	...	(1.1/4) para (2.1/2)	
Cimento de Alvenaria	M	1	
	M	...	1	...	
	S	(1/2)	...	...
	S	...	...	...
	N	...	...	...
O	...	...	...	...

Fonte: adaptado da ASTM C270:2014 (p, 3)

A ASTM C270 classifica os tipos de argamassas pela resistência a compressão, conforme o exposto na tabela 2. A pesquisa limita-se ao tipo M que abrange melhor os parâmetros de argamassas analisadas no conteúdo da pesquisa, possibilitando a obtenção de altos índices de resistência à compressão das argamassas. A norma indica padrões de proporções em unidades de volume, porém o ensaio realizado utilizou medidas em peso, devido melhor chance de precisão.

TABELA 2. Requisitos de especificação de propriedade

Argamassa	Tipo:	Força compressiva aos 28 dias PSI (MPA)
Cimento-Cal	M	2500 (17.2)
	S	1800 (12.4)
	N	750 (5.2)
	O	350 (2.4)
Cimento de Alvenaria	M	2500 (17.2)
	S	1800 (12.4)
	N	750 (5.2)
	O	350 (2.4)

Fonte: adaptado da ASTM C270:2014 (p, 2)

Foram avaliados três corpos de provas de cada tipo de argamassa, conforme a ASTM C109 e os parâmetros de traços e proporções para a realização do ensaio conforme o respaldo da ASTM C270. A relação água/cimento foi determinada empiricamente para a obtenção de uma boa trabalhabilidade para argamassa de assentamento de alvenarias, com base na prática e sentimento do executor (pedreiro),

em seu dia-a-dia de obra. O cimento utilizado para o ensaio se compôs do tipo CP II – F, com resistência a compressão em 28 dias de 32 megapascals.

Assim, foi obtido o real traço usado nos ensaios das amostras de cada argamassa, com exceção da argamassa com o uso de incorporadores de ar, no qual foi utilizado o aditivo plastificante fornecido pela Quartzolit, cuja proporção ideal é dada pelo próprio fabricante do agente químico, no qual está relacionado a porcentagem do aditivo, com a quantidade de cimento adequada. Os traços definidos com base nos testes empíricos e nos respaldos da ASTM C270, estão presentes na tabela 3.

TABELA 3. Traços dos materiais em peso (quilograma)

TIPO:	ARGAMASSA				
	CIMENTO	CAL HIDRATADA	AREIA FINA	ÁGUA	ADITIVO
SIMPLES	1	-	2,63	0,408	-
MISTA (CIMENTO + CAL H.)	1	0,25	3	0,45	-
SIMPLES COM ADITIVO INCORP. DE AR	1	-	2,63	0,307	0,02

Fonte: autoria própria

3.2.2 Confeção e rompimento das amostras

Conforme o método de análise e realização de ensaios para resistência à compressão de argamassa de cimento da ASTM C109, foram confeccionadas 3 amostras para cada tipo de argamassa testada. Foram misturadas as porções de cada tipo de argamassa, conforme o traço obtido pela ASTM C270, sendo misturados os componentes das argamassas com o misturador elétrico.

Foram utilizados para a coleta de análises, cubos de ensaio com dimensões de 50 milímetros de diâmetro. As amostras das argamassas foram armazenadas em gabinetes úmidos, no período dentre 24 a 72 horas de cura dos testemunhos nos moldes. Após esse período foram devidamente retirados dos moldes e armazenados em reservatórios contendo água calcinada, até a conclusão do tempo total de cura prevista na norma americana, sucedendo assim um prazo total de 28 dias, parâmetro capaz de demonstrar um resultado próximo à capacidade máxima de resistência a compressão nas argamassas.

O processo de retificação das peças foi através da retífica fornecida pela universidade e uso de moto-esmeril para a maior precisão das dimensões necessárias e aceitáveis para o cumprimento da norma, os corpos de provas foram medidos com

paquímetros de precisão para conferência das medidas conforme as exigências da ASTM C109, preliminares necessárias para o ensaio de compressão na prensa.

Devido à grande dificuldade da disposição dos materiais necessários para a moldagem dos corpos de prova, segundo a ASTM C109, foram adotadas, conforme experiências e indicações da equipe de laboratório da engenharia civil, moldes em compensados, do tipo madeirite, contendo uma camada de polímero em toda sua face. Os moldes foram fabricados e formados no laboratório da instituição de ensino UNIFAFIBE e lubrificadas com óleo desmoldante para segregação da superfície da amostra e a face do molde.

Segundo a ASTM C109 o ensaio do rompimento das amostras para a efetuação da resistência à compressão das argamassas, é decorrente de um esforço a uma taxa relativa de movimento entre as placas de 900 para 1800 Newton/Segundos, após 28 dias de cura das amostras. Registra-se a carga máxima suportada indicada no visor da máquina ensaio. Com o resultado, obteve-se a resistência a compressão das amostras, através da equação 1:

$$Fm = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Em que:

- *FM= Resistência a compressão em PSI ou MPA;*
- *P= Carga máxima em LBF ou Newton;*
- *A= Área da superfície carregada em milímetros;*

Fonte: equação retirada e adaptada da ASTM C109:2002 (p, 4)

3.3 Análise de dados

A confiança dos resultados dos ensaios depende da observação cuidadosa dos requisitos e sequências especificados. Os erros nos resultados são sinônimos de que algum requisito ou procedimento não foram respeitados (ASTM C109, 2002).

A real amostra de referência é desenvolvida a partir da média dos ensaios da resistência a compressão de cada tipo de argamassa, sendo a somatória dos resultados, dividida pela quantidade de amostra rompidas, conforme o exigido pela norma americana, ASTM C109 (2002). Esse procedimento deve ser para cada tipo de argamassa analisada, individualmente. Através dos valores obtidos nos ensaios, é

possível efetuar um comparativo entre a resistência à compressão das argamassas e elege qual delas suporta mais as cargas envolventes.

4 RESULTADOS

Os resultados convertidos das cargas geradas pela prensa, foram substituídos, conforme a equação 1, prevista pela ASTM C109. Os resultados e cálculos extraídos dos ensaios estão explícitos respectivamente conforme as tabelas 4,5 e 6:

TABELA 4. Resultados das amostras da argamassa simples

RESULTADOS DA CARGA APLICADA AOS CORPOS DE PROVA:			
ARGAMASSA SIMPLES:	AMOSTRA 1:	AMOSTRA 2:	AMOSTRA 3:
FORÇA APLICADA (TF):	5,88	6,93	7,03
FORÇA APLICADA (N)	57.663,40	67.960,43	68.941,10
AREA DA SUPERFICIE DAS AMOSTRAS (MM ²):	2500	2500	2500
RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (MPA):	23,07	27,18	27,58
MÉDIA DAS RESISTÊNCIAS A COMPRESSÃO (MPA):	25,94		

Fonte: Autoria própria

TABELA 5. Resultados das amostras da argamassa simples com aditivo incorporador de ar

RESULTADOS DA CARGA APLICADA AOS CORPOS DE PROVA:			
ARGAMASSA SIMPLES COM ADT. INC. DE AR:	AMOSTRA 1:	AMOSTRA 2:	AMOSTRA 3:
FORÇA APLICADA (TF):	1,61	2,81	1,86
FORÇA APLICADA (N)	15788,79	27556,83	18240,46
AREA DA SUPERFICIE DAS AMOSTRAS (MM ²):	2500	2500	2500
RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (MPA):	6,32	11,02	7,30
MÉDIA DAS RESISTÊNCIAS A COMPRESSÃO (MPA):	8,21		

Fonte: Autoria própria

TABELA 6. Resultados das amostras da argamassa mista

RESULTADOS DA CARGA APLICADA AOS CORPOS DE PROVA:			
ARGAMASSA MISTA	AMOSTRA 1:	AMOSTRA 2:	AMOSTRA 3:
FORÇA APLICADA (TF):	4,79	5,23	3,91
FORÇA APLICADA (N)	46974,09	51289,04	38344,20
AREA DA SUPERFICIE DAS AMOSTRAS (MM ²):	2500	2500	2500
RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (MPA):	18,79	20,52	15,34
MÉDIA DAS RESISTÊNCIAS A COMPRESSÃO (MPA):	18,21		

Fonte: Autoria própria

5. DISCUSSÕES

Conforme o esperado, as argamassas simples, contendo em sua composição a maior abrangência do cimento Portland, conseguiu proporcionar resultados maiores

de resistência a compressão, ou seja, reforçando a ideia de que o material, proporciona maior resistência nas misturas das argamassas no dia-a-dia do canteiro de obra. Porém geralmente as argamassas simples possuem baixos teores de trabalhabilidade, não agradando os profissionais no dia-a-dia de obra, devido à ausência de compostos plastificantes na mistura. A trabalhabilidade é um fator influenciador na escolha e determinação do tipo de argamassa a ser usada em obra.

As argamassas utilizadas com aditivos incorporadores de ar, produziram amostras mais leves, porosas, devido ao aumento da presença de ar na mistura, fator que influenciou diretamente na trabalhabilidade da mistura, melhorando a plasticidade, o uso do aditivo gerou considerável diminuição na quantia de água de amassamento da mistura. Porém tais consequências e melhorias, trouxeram malefícios em questão a resistência à compressão da argamassa. Um dos fatos que descrevem a diminuição da resistência do composto, são os vazios gerados pelas bolhas de ar, que está diretamente ligado a propriedade mecânica das argamassas.

Já as argamassas mistas, da qual no caso se trata do uso do cimento e o cal como aglomerantes na mistura, obteve-se um resultado mais agradável na visão trabalhista das argamassas, deixando a mistura com melhor plasticidade, do qual tal efeito positivo é gerado pela adição da cal hidratada como aglomerante, que proporciona um aumento na plasticidade do composto, justificando a ocasião. Porém, o resultado contradiz com a questão da resistência a compressão, que ao colocar a cal hidratada como aglomerante na argamassa, toma-se diretamente o espaço que seria utilizado pelo cimento Portland, reduzindo os índices de resistência à compressão, ao comparar-se com as argamassas simples.

5.1 Uso das argamassas nas construções

As argamassas simples, mistas e com aditivos incorporadores de ar, são as misturas mais utilizadas nas construções na área de assentamento de alvenarias, pois além de serem facilmente encontrados os produtos no mercado de trabalho, acarretam da obtenção de argamassas com índices satisfatórios de resistência e principalmente da trabalhabilidade do profissional executor.

As argamassas simples com o uso do cimento *Portland* é uma das misturas mais utilizadas, devido à resistência oferecida após seu processo de cura, possibilitando a boa distribuição dos esforços da alvenaria nas estruturas das edificações, conforme o analisado nos valores decorridos dos ensaios de resistência

à compressão. Porém as argamassas simples possuem pouca trabalhabilidade, fator prejudicial para a execução, fazendo com que muitos profissionais optem pelas argamassas mistas ou com aditivos, que fornecem melhor plasticidade, melhorando a trabalhabilidade da mistura.

As argamassas tipo mista, são as preferidas pelos profissionais da área, pois além da ótima trabalhabilidade, produzem ótimos teores de resistência à compressão, agradando a maioria das exigências ao assentamento de alvenarias.

O uso de aditivos químicos, tem se tornado algo muito utilitário para as argamassas nas construções, como no caso do estudado, os aditivos incorporadores de ar. Os aditivos trazem a ideal trabalhabilidade segundo os profissionais executores no assentamento de alvenarias, fator responsável pela sua escolha. Porém, dos métodos analisados e estudados, trata-se da opção menos utilizada pelos executantes, devido a incorporação de ar deixar as argamassas menos resistente que o exigido nas construções.

6. CONCLUSÃO

Apesar das dificuldades encontradas devido a utilização da norma americana, relacionando a compatibilização dos padrões exigidos pela ASTM C109 com o local do teste, a norma ASTM C270 trouxe parâmetros de traços essenciais para a realização do ensaio, diferente das normas brasileiras técnicas, onde não se encontra os amparos necessários para a efetuação dos ensaios. Vale apenas ressaltar a grande importância da norma americana para o ensaio, onde possibilitou a efetuação do trabalho e o validou, gerando resultados sólidos de resistência a compressão.

Porém a conclusão obtida pelos resultados, ressalta a utilização de várias composições para as argamassas de assentamento nas construções, como maneiras viáveis para que se obtenha o resultado conforme o requerido por cada projeto, declarando que é possível se obter argamassas de ótimos resultados de resistência à compressão, utilizando composições diferentes nas misturas, como no caso das argamassas simples e mistas.

As argamassas mistas, além de proporcionarem teores de resistência a compressão agradáveis, geram ao executor, bons índices de trabalhabilidade, facilitando mão-de-obra para o assentamento das alvenarias.

Porém ao analisar os resultados dos corpos de provas, as argamassas simples com uso de cimento *Portland* em sua composição como aglomerante, geraram resultados superiores de resistência a compressão, comparando as outras argamassas, tratando-se de uma das argamassas mais utilizadas nas construções.

As argamassas com aditivos incorporadores de ar, conforme os dados analisados, reduziram bruscamente os teores de resistência (31,65% da resistência total das argamassas simples), podendo não cumprir com certos quesitos de projetos, que exijam resistências elevadas. Porém, se tratando da trabalhabilidade, poderá certamente atingir altos teores, conforme o observado no estado fresco.

Os resultados atingidos nos ensaios e descritos no estudo, possibilitam a conferência dos profissionais da área e executores, uma base para esclarecer, os teores de resistência à compressão de cada tipo de argamassa, para que saibam de antemão, qual argamassa obtém maiores resultados de resistência mecânica. Os resultados contribuem para as decisões de projetos, ou execuções e esclarece as diferenças entre os tipos comparados dos teores de resistência.

Através dos parâmetros analisados no artigo, a possibilidade de realização de ensaios adjacentes ao caso analisado. Para as alvenarias estruturais existe outro ponto importante para os projetos, como no caso da resistência ao cisalhamento das argamassas utilizadas no assentamento. Fator influenciador em determinados projetos nas alvenarias estruturais, podendo gerar alterações nas argamassas, ou geração de armaduras específicas para conter o cisalhamento da parede.

Pode ser feita análises nas propriedades de deformação das argamassas, que é importante para o comportamento da distribuição de cargas nas alvenarias estruturais, podendo em determinados casos, ser fator responsável e influenciador no sucesso do desempenho das paredes.

REFERÊNCIAS

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Materiais de Construção: Normas, Especificações, Aplicação e Ensaios de Laboratório.** São Paulo: Pini, 2012. 460 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **C 109: Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars.** West Conshohocken, Eua: Astm, 2002. 6 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **C 125**: Standard Terminology Relating to concrete and concrete aggregates. West Conshohocken, Eua: Astm, 1992

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **C 270**: Standard specification for mortar for unit masonry. West Conshohocken, Eua: Astm, 2014. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732**: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro: Abnt, 1991. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7175**: Cal Hidratada Para Argamassas. Rio de Janeiro: Abnt, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos. Rio de Janeiro: Abnt, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE CAL. **Negócios da Cal**. publicação n. 85, São Paulo, 2006

BEZERRA, Izabelle M. T.. **Aplicação da cinza da casca do arroz em argamassas de assentamento**. 2011. 645 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Uaea/ufcg, Campina Grande, 2012

CINCOTTO M. A., MARQUES J. C. & HELENE P. R. L.; **Propriedades das argamassas cimento: cal: areia**. In Seminário sobre argamassas, IBRACON, São Paulo, julho 1985.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassa de revestimento utilizadas em Porto Alegre**. 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2000.

FIORITO, Antonio J.s.i.. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução de execução**. São Paulo: Pini, 2009.

FREIRE, Wesley Jorge; BERALDO, Antonio Ludovico. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Unicamp, 2003. 336 p.

GUIMARAES, Jose Epitacio Passos. **A CAL: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL**. São Paulo: Pini, 1998.

MARTINS, Leidimara Aparecida. **Desenvolvimento de argamassa auto-adensável de alta resistência**. 2011. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

NEVILLE, A M.; BROOKS, J J. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 472 p.

NIXOM, Roger; MAILVAGANAM, Noel. **Chemical admixtures for concrete**. 3. ed. Florida, Eua: e & Fn Spon, 1999. 437 p.

POLITO, G., et al. **Análise microestrutural da interface entre argamassas de revestimento sobre blocos cerâmicos**, 50º Congresso Brasileiro do Concreto. São Paulo-SP, IBRACON, 2008.

RIBEIRO, Carmen Couto.; **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**. Belo Horizonte: Ufmg, v. 4, 2013.

SILVA, Narciso Gonçalves da. **ARGAMASSA DE REVESTIMENTO DE CIMENTO, CAL E AREIA BRITADA DE ROCHA CALCÁRIA**. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOBRAL, Hernani Sávio. **Reologia e trabalhabilidade dos concretos**. São Paulo: Abcp, 1990.

SPRINGER JUNIOR, Hugo. **CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EXTERNOS EM SUBSTRATOS DE CONCRETO COM VISTAS À MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS**. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, 2008.