AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS COM VERMICULITA

Tema: Tecnologia dos materiais.
Grupo: 1

VALDA G. M. PESSATTO[1], HELENA CARASEK[2], OSWALDO CASCUDO[3]

[1] Profª Msc., Escola de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás/PUC-GO, valda.mendonca@terra.com.br
[2]Profª Drª, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás/UFG, hcarasek@gmail.com[3]Prof Dr, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás/UFG, ocascudo@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho estuda proporcionamentos de argamassas de revestimento contendo vermiculita. Para dosagem foi feito um projeto piloto e adaptações de métodos de dosagem, resultando nos traços das argamassas, que foram caracterizadas e avaliadas no estado fresco e endurecido. A argamassa com substituição de parte da areia por vermiculita foi considerada adequada, trabalhável e com densidade de massa inferior à da argamassa convencional. Em relação às propriedades avaliadas no estado endurecido, resistência à compressão, umidade, retração por secagem e absorção de água, as argamassas contendo vermiculita tiveram um comportamento um pouco inferior à argamassa convencional, no entanto possíveis de utilização.

Palavras-chave: argamassa, vermiculita, revestimento interno, propriedades.

EVALUATION OF THE PROPERTIES OF MORTARS WITH VERMICULITE

ABSTRACT

The present work study mix mortars for plastering using vermiculite. A pilot project was conducted and duly adapted by known methods of dosage that resulted in the studied proportion of mortars that have been characterized and evaluated in the plastic and hardened states. Based on the results achieved, it has been noticed that the dosage that replaced a portion of the sand by vermiculite in the mortar has been considered positive, producing a workable mortar and has a lower density than conventional mortar mix. The evaluation of hardened state properties, compressive strength, humidity, retraction for drying and water absorption, showed that the mortar with vermiculite had inferior performance to the conventional mortar mix.

Key-words: mortar, vermiculite, plastering, properties.

1. INTRODUÇÃO

Os revestimentos, além da função de contribuir para a estanqueidade da alvenaria, formando uma barreira à penetração de água, devem ajudar no conforto térmico do ambiente construído. Para garantir o cumprimento destas e outras funções, é primordial o uso adequado de agregados, pois a inadequação dos materiais utilizados em revestimentos de habitações, principalmente nas populações de baixa renda, que não tem condições financeiras de climatizar o ambiente artificialmente, submete o usuário a condições precárias no que diz respeito ao conforto térmico.

A vermiculita é um agregado com alta capacidade de isolação térmica e sua utilização na produção de argamassas para revestimentos em edificações é uma alternativa de enorme potencial no que tange a este tipo de isolamento. Sua baixa condutividade térmica pode agregar melhoria no desempenho térmico das argamassas e trazer melhorias nesta propriedade e, consequente economia energética nas edificações. Com o uso do isolamento térmico adequado, a um custo mínimo, pode-se proporcionar este benefício para as edificações típicas brasileiras [5].

Sendo assim, este artigo tem como objetivo mostrar a avaliação das propriedades e características da argamassa com vermiculita no estado plástico e endurecido e a avaliação comparativa entre as argamassas contendo vermiculita e as argamassas convencionais (cimento, cal e areia).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Como materiais empregados na elaboração das argamassas em estudo, utilizaram-se basicamente o cimento Portland CP II F-32 e a cal hidratada CH I - tipo Massical, como aglomerante hidráulico e aéreo, respectivamente. Em relação aos agregados miúdos, escolheu-se utilizar dois tipos de granulometria para a areia natural, uma fina e uma média, podendo assim avaliar a influência da granulometria no desempenho deste tipo de argamassa. A vermiculita expandida utilizada foi fornecida pela Brasil Minérios, beneficiada na indústria situada no município de São Luís de Montes Belos – GO, com granulometria denominada de superfina. As características dos materiais estão na Tabela 1.

A base utilizada para a aplicação das argamassas em estudo, tanto no estudo piloto como no principal, constituiu-se de alvenaria de blocos cerâmicos com tratamento em chapisco. Ao final do trabalho foram testados também revestimentos aplicados sobre alvenaria de blocos de concreto sem chapisco.

As argamassas foram caracterizadas tanto no estado fresco como no endurecido, além da avaliação dos revestimentos quanto à resistência de aderência à tração, resistência superficial à tração, permeabilidade/absorção de água pelo método do cachimbo, evolução das reações

de carbonatação e avaliação da fissuração e análises táctil-visuais. Complementarmente foi realizado um estudo da microestrutura das argamassas com e sem vermiculita, visando observar as possíveis alterações produzidas pela presença da vermiculita na matriz cimentícia.

Tabela 1 – Características dos materiais

Ensaio	Unid.	Identificação dos materiais		
Aglomerantes		**Cimento**	**Cal**	
Massa específica média - NBR NM 23	g/cm³	3,03	2,34	-
Massa unitária - NBR 7251	g/cm³	1,08	0,60	-
Agregados		**Areia Fina**	**Areia Média**	**Vermiculita**
Massa específica - NBR NM 23	kg/dm³	1,27	1,39	2,16**
Massa unitária - NBR 7251	kg/dm³	2,63	2,63	0,117*
Absorção de água - NBR 9777 (Adaptação)	%	-	-	447

* Adaptação da NBR 7251 / ** Adaptação NBR 9776.

2.2. Métodos

Para determinação do programa experimental, foi realizado um ensaio piloto em duas etapas, com o intuito de conhecer e familiarizar com a argamassa contendo vermiculita, tendo em vista a falta de bibliografia específica sobre o tema que respaldassem traços a serem empregados.

Após as duas etapas do ensaio piloto foram determinados para o estudo, três argamassas de revestimento, sendo uma de referência (RF) e duas com vermiculita superfina, sendo utilizado dois tipos de areia natural, uma com granulometria media (VM) e outra fina (VF).

Os traços foram nomeados e identificados e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Argamassas estudadas.

Código	Traços (massa)	Traços (volume)	Descrição	a/c	Cc (kg/m³)
RF	1: 1,02: 10,60	1: 2: 9	Cimento, cal e areia média.	2,84	115
VF	1: 0,5: 5,49: 0,51	1: 0,98: 5,08: 5,02	Cimento, cal, areia fina e vermiculita superfina.	3,26	137
VM	1: 0,5: 5,53: 0,47	1: 0,98: 4,68: 4,73	Cimento, cal, areia média e vermiculita superfina.	2,73	140

Foram determinadas algumas condições fixas, com o objetivo de melhor controlar as variáveis auxiliares relativas ao processo, tais como:

- Processo construtivo e material das bases de aplicação - foram construídas 3 paredes em blocos cerâmicos com processo padronizado;
- Processo de produção e aplicação das argamassas – processo padronizado e controlado pela autora;
- Na produção deve-se obedecer à sequência ideal de mistura da argamassa para garantir uma trabalhabilidade adequada no final do processo, sendo:
    - Colocação da vermiculita na betoneira;
    - Acréscimo da água intermediária de amassamento (400% da massa da vermiculita), e mistura por aproximadamente dois minutos;
    - Colocação do cimento, areia e cal, obedecendo a sequência citada;
    - Acréscimo do restante da água de amassamento de maneira gradativa até que as condições de trabalhabilidade da argamassa sejam satisfeitas. Tempo total da mistura - aproximadamente quinze minutos;
    - A vermiculita por sua baixa massa unitária, tende a grudar nas paredes do fundo da betoneira. Deve-se observar este acontecimento durante o processo de mistura e retirar esta vermiculita do fundo, para que a homogeneidade da argamassa seja garantida.
- Tratamento da base - as bases em alvenaria de blocos cerâmicos foram chapiscadas com argamassa no traço 1: 3 (cimento e areia), em volume;
- Espessura do revestimento - Foi fixada a espessura de 2 cm + 3 mm em uma única camada, garantidos através do taliscamento.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1. Avaliação das argamassas no estado fresco

Os resultados obtidos nos ensaios de caracterização das argamassas no estado fresco estão apresentados na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Características das argamassas no estado fresco.

Ensaio	Unid.	N*	Identificação das argamassas		
			RF	VF	VM
Consistência por penetração estática do cone NBR ASTM C – 780 (1)	mm	3	69	52	50
Retenção de água – NBR 13277 (3)	%	3	78	89	89

Densidade de massa – NBR 13278 (2)	kg/dm³	3	1,78	1,48	1,43
Teor de ar pelo método gravimétrico – NBR 13278 (2)	%	3	12	16	22
Tempo de mistura da argamassa	min.	1	7	15	16
Tempo de espera para sarrafeamento	min.	1	74	51	51
Tempo de espera para desempeno	min.	1	33	45	47
Água para desempeno	kg	1	0,08	1,28	1,02

N* - nº de determinações por ensaio.

Em relação à consistência das argamassas, pode-se observar com base nos resultados obtidos pelo método de penetração estática do cone, que o uso da vermiculita não influenciou no comportamento das argamassas (VF e VM), quando comparadas com a argamassa de referência (RF).

A retenção de água aumentou nas argamassas com vermiculita (VM e VF) em relação à argamassa de referência (RF). Este comportamento já era esperado e sua explicação está na alta capacidade de retenção de água da própria vermiculita.

Avaliando o teor de ar incorporado pelo método gravimétrico das argamassas na Tabela 3, percebeu-se que, de uma forma geral, o uso da vermiculita aumentou o teor de ar das argamassas no estado fresco, sendo que a argamassa com vermiculita e areia fina (VF) teve um acréscimo de 33% e a argamassa com vermiculita e areia média (VM) teve um acréscimo de 83%, ambas em relação à argamassa de referência (RF). Este aumento está diretamente relacionado aos vazios existentes entre as lamelas da vermiculita expandida.

O tempo de mistura (tempo gasto entre a colocação dos materiais na betoneira até a homogeneização completa da argamassa) necessário para as argamassas com vermiculita (VM e VF) foi maior em relação ao da argamassa de referência (RF). Isto ocorreu devido ao acréscimo de mais uma etapa no processo de mistura (primeiramente colocou-se a vermiculita com a água intermediária), bem como ao fato da vermiculita tender a aderir na parede da betoneira por causa da sua baixa massa.

O tempo de espera para sarrafeamento das argamassas com vermiculita (VM e VF), ou seja, o intervalo entre a aplicação da argamassa no painel e o início do sarrafeamento, foi menor em relação à argamassa de referência (RF), o que provavelmente está associado à alta absorção inicial de água da vermiculita. Já o tempo de espera para desempeno das argamassas com vermiculita (VM e VF), que é o intervalo entre o início do sarrafeamento e o início do desempenamento, é maior em relação à argamassa de referência (RF), isto possivelmente devido à transferência da água inicialmente absorvida pela vermiculita para a argamassa.

A quantidade de água utilizada para desempeno (aquela utilizada pelo pedreiro durante o processo) das argamassas com vermiculita é maior em relação à argamassa de referência RF, o que muito provavelmente está associado à alta absorção inicial de água pela vermiculita e, portanto, diz respeito à necessidade de reposição dessa água absorvida.

3.2. Avaliação das argamassas no estado endurecido

Os resultados médios dos ensaios de caracterização das argamassas no estado endurecido estão reunidos na Tabela 4.

Tabela 4 – Características das argamassas no estado endurecido.

Ensaio	**Unid.**	N*	**Idade**	**Identificação das argamassas**					
				RF		**VF**		**VM**	
			Dias	Resultado ensaio	CV	Resultado ensaio	CV	Resultado ensaio	CV
Resistência à compressão – NBR 13279	MPa	3	7	1,83	3	0,77	12	0,87	15
			14	1,87	7	1,01	11	0,97	11
			28	2,23	5	1,06	1	1,02	5
Umidade por pesagem	%	1	3	10,5	-	13,1	-	12,7	-
			7	3,1	-	5,1	-	4,2	-
			14	2,0	-	2,2	-	2,0	-
			28	1,8	-	1,8	-	2,0	-
Retração por secagem – NBR 8490	%	3	3	-0,090	38	-0,073	20**	-0,060	30
			7	-0,073	28	-0,063	15	-0,079	10
			14	-0,088	28	-0,098	20	-0,093*	-
			28	-0,076	18	-0,078	18	-0,092*	-
Absorção de água por imersão – NBR 9778	%	3	28	16	1	35	1	35	13
Massa específica – NBR 9778	g/cm^3	3	28	1,52	0,5	1,12	1	1,05	3

N* - nº de determinações por ensaio. **2(dois) ensaios

ISSN 1984-8757

As resistências à compressão das argamassas estudadas em relação à idade das três argamassas tiveram o mesmo comportamento, ou seja, obedeceram a um grande crescimento até os 28 dias e continuaram com uma curva crescente, com tendência de estabilização após isto. Notou-se ainda que a resistência à compressão das argamassas com vermiculita (VF e VM) é mais baixa em relação à argamassa de referência (RF), o que pode ser explicado pela baixa resistência da vermiculita, pelo aumento do teor de ar na argamassa fresca e também pela sua baixa massa específica. Este aspecto foi observado por Cincotto, Silva e Carasek [4] quando falam sobre a influência dos materiais constituintes sobre a resistência mecânica das argamassas. Observou-se, adicionalmente, que a granulometria da areia não exerceu influência sobre a resistência à compressão quando se comparam as argamassas com vermiculita VF e VM.

Para a umidade, de uma forma geral, as argamassas RF, VF e VM seguiram comportamento semelhante a partir dos 14 dias de idade, ou seja, diminuíram de maneira gradativa. Aos 3 dias de idade as argamassas com vermiculita (VF e VM) obtiveram uma umidade menor que a argamassa de referência (RF), que por sua vez sofreu uma queda de umidade maior, aos 7 dias de idade.

No geral, as retrações das argamassas RF, VM e VF foram crescentes até 14 dias de idade, atingindo de 64% a 81% da retração máxima aos 7 dias de idade, estabilizando-se após este período em torno de 0,09%. Ainda sobre a retração, observou-se uma pequena diferença de comportamento entre as argamassas com e sem vermiculita (cerca de 9%), onde a retração máxima para as argamassas VM e VF foram 0,097% e 0,098%, respectivamente, e 0,090% para a argamassa RF.

As argamassas com vermiculita (VF e VM) possuem uma absorção de água bem maior do que a argamassa de referência (RF), chegando a 119% a mais do que a argamassa RF.

Outro aspecto interessante que pode ser observado na tabela 4 é o ganho de massa que todas as argamassas apresentaram após um curto período de tempo, que corresponde a maior perda de umidade (3 a 7 dias). Esse ganho de massa, cerca de 2% ao longo do período analisado, pode ser explicado pelo processo da carbonatação dessas argamassas, uma vez que, segundo Moorehead [6] a conversão do hidróxido de cálcio em carbonato de cálcio leva a um aumento de massa total de 35% e a de volume de sólidos de 11,8%.

Em relação ao CV (Coeficiente de Variação) das amostras, a Resistência a compressão, a Absorção de água e a Massa específica, demostram uma homogeneidade dos dados, sendo todos menores de 15%. Já a Retração por secagem teve uma variação nos resultados maior que 15%, mostrando uma menor homogeneidade nos dados, contudo não foi observada anormalidades nos ensaios ou alguma relação que justificasse este comportamento.

4. CONCLUSÕES

Quanto às propriedades das argamassas com vermiculita no estado fresco pode-se observar:

- Exceto a consistência das argamassas, que a substituição de vermiculita por areia não exerceu influência em seu comportamento, observaram-se mudanças nas outras propriedades estudadas das argamassas em seu estado fresco.
- Houve um acréscimo esperado na retenção de água de aproximadamente 14% nas VF e VM, quando aplicadas sobre substratos de blocos cerâmicos, que influenciou no tempo de espera para sarrafeamento para menos e o tempo de espera para desempenamento para mais, então é importante que o pedreiro observe este aspecto durante o processo de aplicação, pois o sarrafeamento ou desempeno precoce pode aumentar a taxa de fissuração das argamassas.
- A densidade de massa das argamassas com vermiculita (VM e VF) em seu estado fresco foram 19% e 17% menores que a argamassa de referência (RF), respectivamente. Esperavam-se percentuais maiores em função da baixa massa unitária da vermiculita expandida e do aumento do teor de argamassa, que foram de 83% e 33% maiores do que a argamassa de referência (RF) para as argamassas com vermiculita (VM e VF), respectivamente.
- A quantidade de água utilizada para desempenamento foi bem maior na argamassa de referência, mostrando a importância de observar este item no processo de execução dos revestimentos, pois o excesso de água pode diminuir sua resistência superficial.

Quanto às propriedades das argamassas com vermiculita no estado endurecido observou-se:

- Em relação às propriedades avaliadas, resistência à compressão, umidade, retração por secagem e absorção de água, as argamassas com vermiculita (VM e VF) tiveram um comportamento inferior ao da argamassa de referência (RF).
- A resistência à compressão teve uma queda em seus valores provocada pela substituição da vermiculita, que é um agregado leve de baixa resistência.
- A retração das três argamassas (RF, VM e VF) tiveram um comportamento semelhante, crescendo até 14 dias de idade e estabilizando após este período, sendo causado pela perda de umidade que apresentou um comportamento evolutivo semelhante ao da retração. Já em relação à retração máxima, observou-se uma pequena diferença de comportamento, sendo que as argamassas com vermiculita retraíram cerca de 9% a mais que a argamassa sem vermiculita. Esta maior movimentação das argamassas com agregados leves, como é o caso da vermiculita, é explicada pelo seu baixo módulo de elasticidade, fazendo as argamassas leves mais susceptíveis à deformação.
- A umidade absorvida pelos corpos-de-prova das argamassas VM e VF foram até 119% maiores que a argamassa RF. Este fato é explicado pela alta taxa de absorção de água da vermiculita expandida, que transferiu esta propriedade para a argamassa endurecida.

5. REFERÊNCIAS

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 780: Standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry: consistency by cone penetration test method.** Philadelphia. 1996.

2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13278: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos**: determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 1995.

3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13277: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos:** determinação da retenção de água. Rio de Janeiro. 1995.

4. CINCOTTO, Maria Alba; SILVA, Maria Angélica Covelo; CARASEK, Helena. **Argamassa de revestimento:** Características, propriedades e métodos de ensaio. Boletim 68. IPT, São Paulo, 1995.

5. MARTINS, Leovaldo. Conforto térmico. **Informativo Sinduscon-GO,** Goiânia, set. 2003. Tecnologia construtiva, p. 08.

6. MOOREHEAD, D. R. Cementation by the carbonation of hydrated lime. **Cement and concrete research.** Sydney, Austrália, Vol.16, p. 700-708, jun. 1986.