

ARGAMASSA DE REVESTIMENTO PARA CONSTRUÇÕES EM TERRA CRUA

MATTARAIA, Regina A. (1); INO, Akemi (2)

- (1) Arquiteta, Mestre em Arquitetura, Professora do Dep. de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Uberaba-MG E-mail: ram@com4.com.br
- (2) Eng. Civil, Professora do Dep. de Arquitetura e Urbanismo da EESC-USP, Coordenadora do HABIS - Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade, inoakemi@sc.usp.br

RESUMO:

A terra crua foi sempre um dos materiais mais empregados em construção no mundo, apresentando baixo consumo energético nas etapas de produção e com excelente conforto térmico, tanto em baixas quanto nas altas temperaturas. Entretanto sua durabilidade depende de alguns cuidados por ser um material suscetível à ação da umidade. Revestir a superfície de terra crua é uma das técnicas que aumentam a sua durabilidade. A sistematização do estudo das argamassas de revestimento possibilitará a transferência do conhecimento, visto prevalecer até hoje o saber popular.

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação do desempenho das argamassas de revestimento compostas de solo e cal para construções de terra crua, procurando materiais compatíveis com o substrato. As argamassas foram aplicadas sobre painéis de solo cimento; terra-palha; taipa de mão arenosa e taipa de mão argilosa. Foram feitos análises comparativas do desempenho destas argamassas. O resultado alcançado comprova a viabilidade da aplicação destas argamassas, obtendo-se melhor desempenho nas argamassas utilizando solo argiloso aplicadas em substrato argiloso.

Palavra chaves: Arquitetura de terra crua, argamassas de revestimento.

1. INTRODUÇÃO

Na década de 70, as construções em terra voltaram a ser pesquisadas no Brasil com a criação de alguns núcleos preocupados, principalmente, com a construção de moradias para a população de baixa renda, dado o baixo custo deste material, a rapidez e a facilidade de execução da obra, além de sua sustentabilidade.

O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Bahia - CEPED - um dos principais órgãos de pesquisa nesta área, desenvolveu a técnica do solo cimento monolítico e afirma que a parede monolítica não tem necessidade de ser revestida, sendo aconselhável apenas uma pintura ou caiação, pois seu acabamento mostra-se uniforme CEPED (1984).

Já Houben (1989) parece não concordar com a idéia de não se usar revestimentos nas construções em terra, principalmente em regiões de clima tropical, ao afirmar que: ".... em todas as regiões onde o clima é caracterizado por uma pluviometria elevada e por chuvas que incidem quase horizontalmente (trópicos), os revestimentos protetores são indispensáveis. Esta disposição é imperativa para regiões onde as vicissitudes do clima são associadas a uma tradição arquitetural que negligencia as proteções da base e do topo da parede..."

As soluções adotadas atualmente para o revestimento da arquitetura de terra, envolvem aplicação de argamassas contendo cimento e areia. Porém estudos, destinados a restauração de nosso patrimônio de terra, mostram que o uso destas argamassas nem sempre são compatíveis com o substrato, ocasionando, com o decorrer do tempo, patologias ainda mais graves do que a erosão causada pelas intempéries. Flores (1995: 191), ao estudar a intervenção restauradora nos monumentos de taipa em ENTAC 2002 7 a 10 de maio , Foz do Iguaçu, PR

São Paulo relata que: “Assim, por exemplo, entre as múltiplas tentativas para solucionar os problemas de erosão ocasionados pelo impacto da chuva nas superfícies exteriores das paredes, e na pretensão de anular sua ação, o mais comum foi procurar materiais que ‘impermeabilizassem’ a taipa. ... A aderência desse grosso reboco à taipa antiga é porém momentânea, pois o cimento, cuja diferença de retração e coeficiente de dilatação é grande em relação à taipa, não permite a evaporação adequada da água e cria espécies de ‘crostas’ que se desprendem da parede em pouco tempo, levando consigo sempre alguns centímetros a mais da taipa antiga”.

Desta forma, o presente trabalho busca avaliar argamassas de revestimento compostas de cal, areia e solo, de mesmo traço e diferentes frações de solo. A aplicação destas argamassas em três tipos de substratos de terra crua (taipa de mão, terra-palha e solo cimento monolítico) visa uma avaliação comparativa.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido de acordo com as seguintes etapas: confecção dos painéis, caracterização dos componentes das argamassas, caracterização das argamassas e avaliação do comportamento das argamassas.

Os painéis de taipa de mão foram confeccionados com dois tipos de solo: um solo argiloso e um solo arenoso.

A caracterização dos componentes (Solo 1, Solo 2 e Areia), das argamassas em Estado Fresco e em Estado Endurecido foi feita através de experimentos em laboratório e os resultados são apresentados nas sessões subsequentes. Não foram realizados ensaios de caracterizações da cal por tratar-se de produto industrializado com controle de qualidade.

A argamassa confeccionada com o Solo 1 denominou-se Argamassa 1 e como Argamassa 2 àquela confeccionada com Solo 2.

As argamassas foram aplicadas após 17 horas de ‘descanso’ com colher de pedreiro, sarrafeada com régua de alumínio e, após o início da secagem, desempenada com desempenadeira de madeira. Foram aplicadas nos painéis em camada única com espessura média de 1,5 cm. Foi feito cura úmida durante 7 dias colocando-se sacos de aniagem.

As argamassas aplicadas sobre os painéis de solo-cimento, terra-palha e taipa de mão argilosa apresentaram fissuras em toda a sua extensão, foi feita uma “camada de correção” de 2 mm de espessura, com respectivas argamassas.

A avaliação das argamassas aplicadas sobre os painéis é apresentada neste trabalho através de quadro com as observações visuais.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS.

3.1. Componentes

Areia: De acordo com os resultados do ensaio de granulometria a areia foi classificada como Areia Fina, situada dentro da Zona 2, conforme classificação ABNT, possuindo módulo de finura de 2,42, diâmetro máximo de 2,40 mm, massa específica 2,62 kg/dm³ e massa unitária 1,49 kg/dm³.

O Inchamento Médio da areia, 41% e sua Umidade Crítica de 3,8%, mostram o comportamento característico de areias de baixa granulometria.

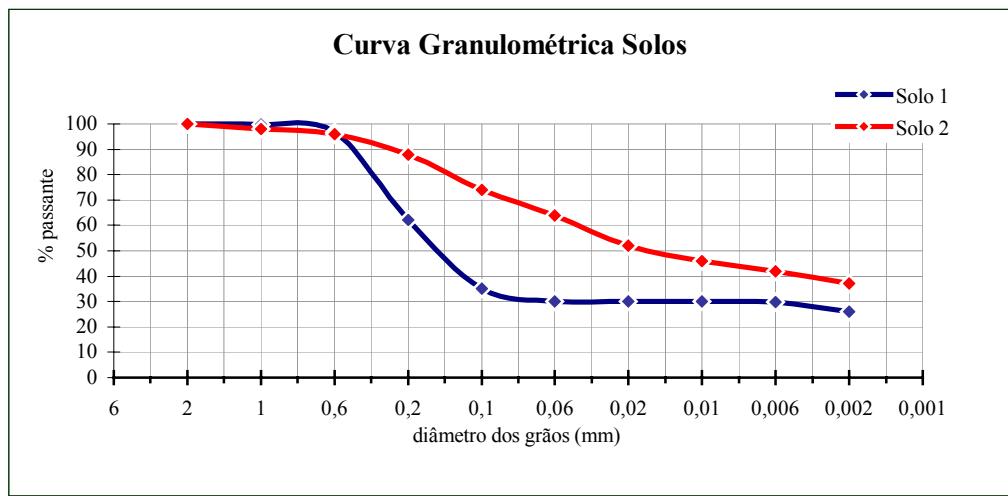
Solos: A caracterização dos solos teve como objetivo verificar a influência de diferentes granulometrias nas propriedades das argamassas, sem a preocupação de estudar a influência de sua composição mineralógica.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que os Solo 1 e Solos 2 possuem granulometrias distintas.

Tabela 1 – Composição granulométrica, Massa Unitária e Massa Específica dos Solos 1 e Solo 2.

| | Granulometria (%) | | | Massa Unitária (kg/dm ³) | Massa Específica (kg/dm ³) |
|---------------|-------------------|-------|-------|---|---|
| | Argila | Silte | Areia | | |
| Solo 1 | 29 | 1 | 70 | 1.20 | 2,65 |
| Solo 2 | 38 | 28 | 34 | 1.10 | 2,83 |

Gráfico 1 – Curva granulométrica dos Solo 1 e Solo 2.



O Solo 1 é considerado um solo essencialmente arenoso com 70% de presença da fração areia e 30% de silte e argila.

O Solo 2 apresenta uma parcela percentual significativa de silte e de argila (66%), sendo considerado um solo argiloso, porém, com uma distribuição uniforme entre as porções argila, silte e areia.

Os resultados da determinação dos Limites de Atterberg, limites de liquidez(Ll), de plasticidade (Lp) e Índice de plasticidade (Ip) definem o Solo 1 como um solo não plástico e o Solo 2 como sendo um solo de baixa plasticidade MATTARAIA (1998).

3.2. Argamassas em Estado Fresco:

O resultado da caracterização das Argamassas em Estado Fresco apresentada na Tabela 2 indica uma consistência inferior ao índice de consistência padrão definido por norma (255 mm ± 10) pois a consistência obtida durante o processo de aplicação foi de 175 mm (± 5) para a Argamassa 1 e 180 mm (± 5) para a Argamassa 2.

Tabela 2 – Tabela de Valores de Consistência, Teor de ar incorporado, Densidade de massa, Retenção de água e Relação água/aglomerante das Argamassas 1 e 2.

| | Argamassa 1 | Argamassa 2 |
|--|-------------|-------------|
| Consistência (mm) | 175 | 180 |
| Teor de ar incorporado (%) | 43,37 | 36,17 |
| Densidade de massa (g/dm³) | 1,93 | 1,87 |
| Retenção de água (%) | 99 | 100 |
| Relação água/aglomerante | 1,96 | 2,4 |

Este resultado indica uma mesma consistência para as duas argamassas sugerindo que sua trabalhabilidade (definida pelo aplicador) também foi a mesma.

Para a obtenção deste índice de consistência foi necessária uma maior quantidade de água de amassamento na Argamassa 2 (relação água/aglomerante 2,4) que na Argamassa 1 (relação água/aglomerante 1,96) confirmando SELMO (1986) que indica a necessidade do aumento do teor de água de amassamento quando do aumento da quantidade de finos nas argamassas.

Ao mesmo tempo o aumento da quantidade de finos provocou uma diminuição o Teor de Ar Incorporado de 43,37 % na Argamassa 1 para 36,17 % na Argamassa 2.

3.3. Argamassas em Estado Endurecido:

Os ensaios realizados indicaram que os diferentes tipos de solo influíram de forma pouco significativa nas argamassas em estado fresco (Tabela 2), porém em estado endurecido estas influências tornam-se significativas.

A Argamassa 2 composta pelo solo argiloso apresenta-se menos resistente à solicitação mecânica e à influência da água que a argamassa 1, conforme se pode constatar nas Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3: Tabela de Resistência à compressão das Argamassas 1 e 2.

| | Resistência à Compressão (Mpa) | | | | |
|--------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|----------|
| | 30 dias | 60 dias | 90 dias | 120 dias | 150 dias |
| Argamassa 1 | 1.07 | 1.20 | 1.55 | 1.53 | 1.52 |
| Argamassa 2 | 0.78 | 0.78 | 1.00 | 0.88 | 1.00 |

Tabela 4: Valores de Absorção de Água por capilaridade das Argamassas 1 e 2.

| | Absorção (g/cm ²) | | |
|--------------------|-------------------------------|----------|-----------|
| | 3(horas) | 6(horas) | 24(horas) |
| Argamassa 1 | 0,24 | 0,26 | 0,27 |
| Argamassa 2 | 0,23 | 0,31 | 0,34 |

O ensaio de resistência à compressão apresenta bons resultados aos 150 dias para as Argamassas 1 e 2 (1,5 MPa e 1,0 MPa, respectivamente), mostrando um resultado superior aos encontrados por OLIVEIRA (1995) ou NEVES et al. (1997).

A Argamassa 1, com maior fração arenosa, apresentou melhores resultados de resistência à compressão que a Argamassa 2. O processo de estabilização da Argamassa 2 mostrou-se mais lento que o da Argamassa 1.

Estes fatos parecem indicar que o aumento da fração argila/silte provoca um aumento no tempo de estabilização das argamassas.

Pode-se concluir destes resultados que as argamassas à base de solos, têm comportamentos diferentes das tradicionais tanto no Estado Fresco quanto no Estado Endurecido necessitando de estudos mais aprofundados no que se refere à influência da qualidade das argilas que compõe os solos empregados.

4. ANÁLISE VISUAL DAS ARGAMASSAS APLICADAS SOBRE OS PAINÉIS.

As observações visuais das argamassas aplicadas tiveram a finalidade de avaliar e descrever seu comportamento em relação à cada um dos substratos utilizados de modo comparativo.

A avaliação feita através da aplicação destas argamassas nos painéis indicou pouca influência do substrato de solo cimento, terra-palha e taipa de mão arenosa no comportamento destas argamassas conforme podemos observar nos Quadro 1 e Quadro 2, exceção feita ao painel de taipa de mão argilosa.

Quando aplicadas em camada única, as argamassas apresentaram bom desempenho em relação à textura, cor, surgimento de vesículas ou bolhas e friabilidade, não apresentando, porém bom desempenho em relação à retração. Esta camada aplicada apresentou alto índice de fissuras em todos os painéis, com exceção do painel de taipa argilosa.

A granulometria do solo parece não interferir no comportamento das argamassas aplicadas no que se refere à retração, textura, friabilidade e aderência, o mesmo não ocorrendo com a cor que apresentou maiores alterações visuais na Argamassa 2.

A argamassa aplicada sobre o painel de solo cimento não apresentou bons resultados de aderência ao substrato indicando a necessidade de uma camada de ancoragem, o que pode ser explicado pela textura lisa e uniforme este painel

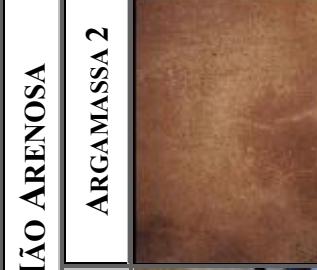
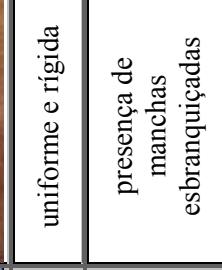
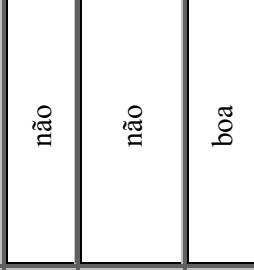
Quando aplicadas em camada única, as argamassas apresentaram bom desempenho em relação à textura, cor, surgimento de vesículas ou bolhas e friabilidade, não apresentando, porém bom desempenho em relação à retração. A primeira camada aplicada apresentou alto índice de fissuras em todos os painéis, com exceção do painel de taipa argilosa.

A granulometria do solo parece não interferir no comportamento das argamassas aplicadas no que se refere à retração, textura, friabilidade e aderência, o mesmo não ocorrendo com a cor que apresentou maiores alterações visuais na Argamassa 2.

A argamassa aplicada sobre o painel de solo cimento não apresentou bons resultados de aderência ao substrato indicando a necessidade de uma camada de ancoragem, o que pode ser explicado pela textura lisa e uniforme este painel que esta técnica confere ao substrato.

| CAMADA ÚNICA | | | | | | |
|---------------------|--|---|---|--|----------------------------|-------------------|
| SOLO CIMENTO | TERRA PALHA | TAIPA DE MÃO ARENOSA | TAIPA DE MÃO ARGILOSA | | | |
| ARGAMASSA 1 | ARGAMASSA 2 | ARGAMASSA 1 | ARGAMASSA 2 | ARGAMASSA 1 | ARGAMASSA 2 | ARGAMASSA 2 |
| | | | | | | |
| TEXTURA | uniforme e rígida | uniforme e rígida | uniforme e rígida | uniforme e rígida | uniforme e rígida | uniforme e rígida |
| COR | uniforme | uniforme | uniforme | uniforme | uniforme | uniforme |
| FISSURAS | mapeadas em toda a extensão diminuindo na parte inferior do painel | mapeadas em toda a extensão, mais acentuada nas bordas | mapeadas, com predominância nas verticais | mapeadas em toda a extensão diminuindo na parte inferior do painel | mapeada em toda a extensão | não apresentou |
| VESÍCULAS OU BOLHAS | não | não | não | não | não | não |
| ADERÊNCIA | presença de descolamento na parte inferior do painel e som cavo | presença de descolamento na parte inferior do painel e som cavo | boa | boa | boa | boa |

Quadro 1 - Análise visual da camada única das Argamassa 1 e Argamassa 2 aplicadas em substrato de solo cimento, terra palha e tampa de mão.

| SOLO CIMENTO | | TERRA PALHA | | TAIPA DE MÃO ARENOSA | |
|---|---|--|---|---|------------------------------------|
| ARGAMASSA 1 | ARGAMASSA 2 | ARGAMASSA 1 | ARGAMASSA 2 | ARGAMASSA 1 | ARGAMASSA 2 |
|  |  |  |  |  | |
| TEXTURA | uniforme e rígida | uniforme e rígida | uniforme e rígida | uniforme e rígida | uniforme e rígida |
| COR | uniforme | presença de manchas esbranquiçadas | presença de manchas esbranquiçadas | uniforme | presença de manchas esbranquiçadas |
| FISSURAS | não | não | não | não | não |
| VESÍCULAS OU BOLHAS | não | não | não | não | não |
| ADERÊNCIA | boa | boa | boa | boa | boa |

Quadro 2 – Análise visual da camada de correção das Argamassa 1 e Argamassa 2 aplicadas sobre camada única (Quadro 1).

5. CONCLUSÕES

É importante salientar que as normas para argamassas de revestimento, foram desenvolvidas para argamassas mistas (cimento, cal e areia) ou argamassas simples (cal e areia).

A adição de argilominerais, contidos na fração fina do solo, altera as propriedades e como observa NEVES (1997), sua utilização nas argamassas deve passar por estudos mais criteriosos, indicando a necessidade de uma normalização específica para a adição de solos em argamassas.

A argamassa aplicada sobre os painéis de taipa de mão argilosa mostrou um comportamento diferenciado das demais podendo, este fato ser explicado pela maior plasticidade e maior coesão do argiloso utilizado para a confecção do painel. Esta plasticidade e coesão, conferida pela fração argila, sugere uma compatibilidade entre o solo argiloso e as argamassas de revestimentos o que nos sugere o uso de um substrato argiloso para a taipa de mão quando esta for receber argamassas de revestimentos à base de solos.

Entretanto, para uma melhor sistematização deste processo torna-se necessário estudo comparativo entre diferentes solos para a composição de substratos de solo-cimento e terra-palha.

A aplicação de uma camada de correção sobre as argamassas fissuradas não apresentando retração mostram a interferência da base (neste caso a argamassa) no comportamento do revestimento e sugerem a importância da espessura da camada de argamassa aplicada.

Isto levaria a confirmar o parecer do Arquiteto Eduardo Salmar ao indicar espessuras de no máximo 2mm para a aplicação de revestimentos à base de solos em substratos de solo cimento.

A utilização de solos como componente de argamassas de revestimento para substratos de terra crua apresentou comportamento satisfatório, sendo possível sua aplicação em camada única em substratos de taipa de mão compostos de solo argiloso. Para substratos de terra-palha, solo-cimento e taipa de mão composta de solo arenoso é indicado a aplicação de uma segunda camada para a correção das fissuras que poderão ocorrer.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO **Manual de construção com solo-cimento**. São Paulo: ABCP, 1984.
- FLORES, R. A. Um estudo da taipa de pilão visando as intervenções em edificações de interesse cultural em São Paulo. In: WORKSHOP ARQUITETURA DE TERRA,.1995 São Paulo: NUTAU, pg .191
- HOUBEN, H.; e GUILLAUD, H. **Traité de construction en terre**. Marseille: Parenthèses, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7251 Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária – Método de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982
- MATTARAIA, R. A. **Argamassa de Revestimento para Terra Crua: Terra-Palha, Taipa de Mão, Solo Cimento..**São Paulo,1998. 141p Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do Ambiente Construído Departamento de Arquitetura, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

NEVES,C. et al. Arenosos da região metropolitana de Salvador Características para seu emprego em argamassas in: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1997 Salvador: CETA/ANTAC.

OLIVEIRA, T. C. M. (1995) **“Argamassas bastardas” e suas características Físico Químicas e Tecnológicas** Salvador,1995 Dissertação de Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia

SELMO, S. M. S. (1986) **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada de edifícios.** São Paulo,1986 Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

