



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE METACAU LIM NAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS INORGÂNICAS

**João M. F. Mota (1); Angelo J. Costa e Silva (2); Fred R. Barbosa (3); Aluizio C. Silva
(4); Anderson G. Feitosa (5); Warlla W. Santos (6); David W. G. Simão (7)**

- (1) Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP - e-mail: joao@vieramota.com.br
- (2) Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP – e-mail: angelo@tecomat.com.br
- (3) Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP - e-mail: fredbarbosa@compesa.com.br
- (4) Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP - e-mail: joao@vieramota.com.br
- (5) Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP - e-mails: andersonfeitosa25@hotmail.com
- (6) Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP - e-mails: warllawilson@hotmail.com
- (7) Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP - e-mails : davidwgsimao@yahoo.com.br

RESUMO

Diversas patologias são identificadas em revestimentos de argamassas inorgânicas, de maneira mais preocupante, nas fachadas. As patologias mais relevantes são a aderência inadequada, as retrações diversas e a desagregação superficial. Sabe-se que esses eventos promovem impactos no descolamento de ladrilhos cerâmicos. Portanto, essas patologias encontradas nos revestimentos que limitam sua durabilidade, são originadas determinantemente do elevado índice de poros conectados, repercutindo desde a interface até a superfície. Diversas pesquisas mostraram que a adição de pozolanas em materiais cuja matriz é cimentícia, provoca um maior empacotamento da mistura deixando-a mais densa, gerando uma redução da porosidade, haja vista aspectos físicos e químicos, desde a interface (devido a maior extensão de aderência) até a superfície. O presente trabalho objetiva avaliar o desempenho técnico de argamassas inorgânicas adicionadas com a pozolana metacaulim por meio de estudos experimentais efetuados em laboratório.

Palavras-chave: argamassa; propriedades mecânicas; pozolana; durabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Observam-se nos revestimentos internos, e imperativamente nos externos, uma elevada deficiência na extensão de aderência (demasiado grau de porosidade na interface), denotando um alto índice de destacamentos das argamassas e/ou, argamassa/placas cerâmicas (COSTA e SILVA 2001).

Observou-se através de avaliações sobre algumas propriedades, quais sejam, retração, desagregação superficial, resistência mecânica; nestes casos, que os poros conectados, bem como as fissuras interligadas impõem de forma relevante as mais graves patologias (COSTA 2007).

Nessa premissa, faz-se necessário investigar e aduzir possíveis aspectos influenciadores na redução dos poros, uma vez que esse aspecto é preponderante para durabilidade.

Diversas pesquisas mostraram que a adição de pozolanas em materiais cuja matriz é cimentícia, provoca um maior empacotamento da mistura deixando-a mais densa, gerando uma redução natural da porosidade desde a interface (devido ao efeito parede) até a superfície (MOTA 2006).

A ação benéfica da adição pode ser explicada através do efeito proporcionado pela reação entre a sílica da pozolana e o hidróxido de cálcio produzido na hidratação do cimento, formando o C-S-H, composto responsável pela resistência da matriz (fenômeno químico), concomitantemente, com o próprio efeito filler (fenômeno físico) (SILVA; LIBÓRIO; SILVA 1999, CARNEIRO 2005).

Dentre os principais benefícios da adição da pozolana em argamassas, verificam-se a melhor trabalhabilidade, menor exsudação e permeabilidade, elevação da resistência mecânica a longas idades, maior proteção em meios agressivos e meios expansivos (SILVA; LIBÓRIO; SILVA 1999).

O presente trabalho objetiva avaliar o desempenho técnico de argamassas inorgânicas adicionadas com a pozolana metacaulim por meio da análise de propriedades mecânicas e as relacionadas com a durabilidade.

2. REVISTA TEÓRICA

O material composto chamado de argamassa inorgânica é definido pela NBR-7200 como uma mistura homogênea composta de aglomerantes e agregados com água, com ou sem aditivos e adições.

Para este material o efeito de intertravamento dos produtos de hidratação do cimento nos poros do substrato, representa um ponto de especial relevância no sentido de garantir um bom desempenho das propriedades de aderência. Carvalho Jr; Brandão; Freita (2005) verificaram este efeito em substratos cerâmicos através de microscopia eletrônica de varredura e concluíram que ele governa a aderência argamassa/substrato. Estes autores verificaram ainda que após a dissolução dos componentes do aglomerante, ocorre o fenômeno de precipitação dos produtos de hidratação do cimento e da cal no interior dos poros do substrato, constituídos de cristais de etringita, preenchendo os vazios e produzindo ancoragens. A Figura 1 apresenta a ligação dos cristais de etringita com a interface.

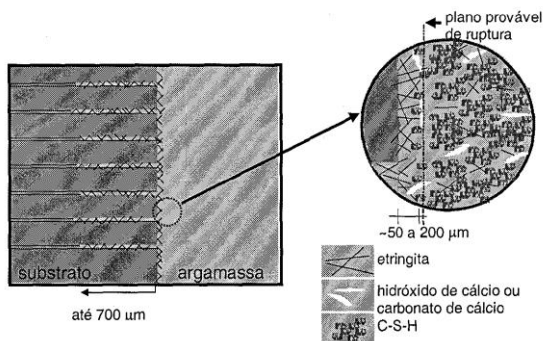


Figura 1 – Representação esquemática do modelo de aderência entre argamassas de cimento e cal e blocos cerâmicos (CARASEK; CASCUDO; SCARTEZINI 2001)

Entretanto, Chase; Reda; Shrive apud Silva Libório (2003), estudaram o mecanismo de aderência nos tijolos cerâmicos e concluíram que a extensa rede fibrosa entrelaçada de C-S-H crescendo na superfície da alvenaria é a principal responsável pela aderência mecânica.

Independente do mecanismo que produza ação mais intensa no processo de ancoragem, o fato é que o desenvolvimento de novos materiais e metodologias de aplicação serão sempre o alvo de pesquisadores em todo o mundo. Esta ação se justifica principalmente quando o objetivo está focado em melhorar o desempenho e a durabilidade dos materiais através da inserção de adições que possam modificar suas estruturas principais e com isso superar algumas das deficiências destes materiais ou compostos.

Uma das linhas de pesquisa que estão de acordo com este pensamento está focada na utilização de materiais pozolânicos nas construções. A justificativa para estas análises se baseia no incremento das propriedades dos materiais em função destas adições, principalmente quando se considera sua influência na microestrutura e durabilidade nos concretos e argamassas (MOSEIS; ROJAS; JOSEPH CABRERA 2001).

Silva; Libório; Silva (1999) e Pereira et al. (1999) concluíram que argamassas com adição de pozolanas tendem a incrementar as resistências mecânicas, todavia, o cimento governa o aumento dessas propriedades. Esses autores também destacaram que a relação água/cimento tende a ser inversamente proporcional as resistências mecânicas.

Taha; Shrive (2001) mostraram que a resistência de aderência de argamassa inorgânica mista com adição de pozolana aumentou em até 175%.

Ainda sob a ótica dos benefícios proporcionados na microestrutura; Silva; Libório (2003) analisaram o efeito da adição de pozolanas na extensão de aderência substrato/argamassa. Estes autores verificaram que a alta relação água/cimento na região de interface provoca consequentemente um elevado índice de vazios e com isso reduz sobremaneira a extensão de aderência, ao passo que a adição de pozolanas permitiu uma melhora significativa na redução dos vazios o que consequentemente se traduz em um aumento da extensão de aderência e de outras propriedades que decorrem desta.

A Figura 2 apresenta um detalhe desta deficiência na zona de transição entre uma argamassa e um substrato cerâmico e a Figura 3 apresenta de forma esquemática os benefícios da adição de pozolana na zona de transição.

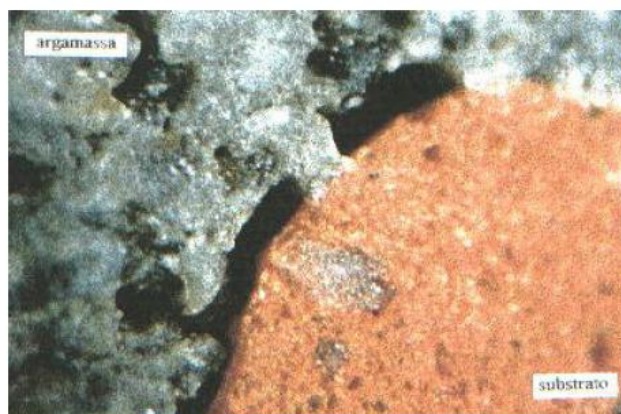


Figura 2 - Região da interface entre argamassa e substrato cerâmico (CARASEK 1996)

Avaliando a influência de pozolanas como Metacaulim e sílica ativa em argamassas, Galvão (2004) verificou que as argamassas com adições tiveram melhorias consideráveis nas propriedades mecânicas e as relacionadas com a durabilidade, quando comparadas com argamassa de referência (mista de cimento, cal e areia). Sabe-se que, em diversos casos, as argamassas com Metacaulim se sobressaíram na propriedade de aderência.

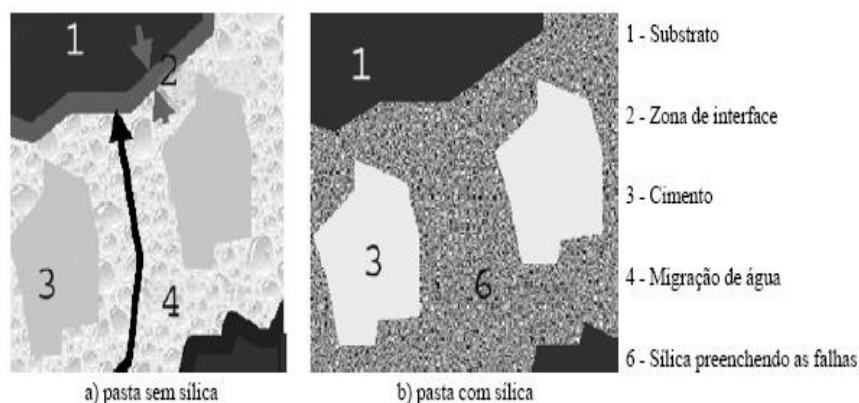


Figura 3 – Representação esquemática da zona de interface pasta/substrato (SILVA; LIBÓRIO 2003)

Silva; Libório (2003) e Silva (2004) apresentaram resultados que mostravam substanciais incrementos na aderência de chapiscos e argamassas com adição de sílica extraída da casca de arroz. Esses pesquisadores, concluíram que chapiscos e pastas de baixa relação água/cimento, apresentam ganhos significativos na aderência. Portanto, os ensaios mostraram que para os chapiscos uma adição mineral na ordem de 5% possibilita uma maior compacidade, gerando ligações mais efetivas entre o chapisco e a base.

Uma ferramenta auxiliar que pode ajudar na avaliação da eficiência das adições em relação aos efeitos sobre a rede de poros existentes reside no ensaio de permeabilidade.

A permeabilidade é caracterizada pela passagem de água nas argamassas no estado endurecido através de infiltração sob pressão, capilaridade ou difusão de vapor de água. Essa propriedade é influenciada pelas características da base, pela granulometria do agregado e pela natureza e teor dos aglomerantes, pois as argamassas à base de cimento são menos permeáveis, sabendo-se que a permeabilidade é inversamente proporcional ao teor de cimento e diretamente proporcional à relação água/aglomerantes (CINCOTTO; CARASEK; CASCUDO 1995).

Nakakura e Cincoto (2004) destacam ainda que a permeabilidade também é influenciada pelos poros capilares e pelas bolhas de ar incorporado, que chegam a medir até 3 mm. Os capilares são espaços ainda não preenchidos pelos compostos hidratados do aglomerante. Sabe-se que a interligação dos poros capilares é que contribui para o deslocamento de fluidos, caracterizando uma alta permeabilidade, independente do grau de porosidade e vice-versa.

O CSTC – Centre Scientifique et Technique de la Construction - propõe um ensaio para avaliação da permeabilidade à água dos revestimentos nas paredes, bem como a absorção de água do revestimento. O conhecido “Método do Cachimbo” sinteticamente pode ser apresentado como um ensaio que se baseia em fixar um tubo padronizado de vidro com formato em “L”, graduado em décimos de mililitro. Sua borda circular é fixada com selante no revestimento e preenchida com água até a referência (observa-se que a pressão inicial sobre uma pequena área da parede ($5,31 \text{ cm}^2$), de 92 mm de coluna de água, simula uma ação estática do vento com velocidade de 140 Km/h). Por fim, efetua-se a cada 5 minutos a leitura da diminuição do nível de água em cm^3 , até que o nível da água atinja a marca de 4 cm^3 ou se completarem 15 minutos de ensaio.

Almeida; Carasek (2003) justificam ainda que o ensaio de permeabilidade pelo método do cachimbo é um procedimento simples de rápida execução, pode ser realizado em laboratório e campo, apresenta um custo baixo e o ensaio é não destrutivo.

3. METODOLOGIA

Toda pesquisa foi executada no Laboratório de Engenharia Civil – LEC, da Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP (Caruaru, Pernambuco), haja vista fazer parte das pesquisas científicas desenvolvidas, ato contínuo, na instituição.

O trabalho foi constituído de três famílias de argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia, com percentuais de substituição de metacaulim em relação ao cimento de 0%, 10% e 20%. Para cada família foram moldados 22 corpos-de-prova cilíndricos para as duas idades estudadas (22 para 28 dias e mais 22 para os 90 dias – por cada família) nos quais foram investigadas propriedades mecânicas (compressão axial – 15 ud, tração por compressão diametral – 4 ud) e algumas relacionadas com a durabilidade (absorção de água por imersão – 3 ud) e absorção pelo método do cachimbo, verificando na face do bloco e na junta - somente aos 28 dias.

3.1 Caracterização dos materiais e das amostras estudadas

As argamassas foram preparadas com cimento Portland tipo CP II F 32, cal hidratada CHI e areia média, além de metacaulim (famílias 2 e 3) e água. Durante a preparação das amostras, foi mantida constante a trabalhabilidade da argamassa, medida a partir da mesa de consistência (flow table) num valor de (200 ± 20) mm, variando a quantidade de água quando necessário conforme a quantidade de metacaulim utilizado. Assim, as quantidades proporcionais dos materiais empregados está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Nomenclatura das famílias de amostras estudadas e proporcionamento de mistura

| Nomenclatura | TUV (cimento: cal: areia: a/c) |
|--|--------------------------------|
| Família 1 (referência – 0% de metacaulim) | 1:1:6:1,21 |
| Família 2 (10% de metacaulim) | 1:1:6:1,50 |
| Família 3 (20% de metacaulim) | 1:1:6:1,52 |

Vale dizer que a densidade de massa da amostra de referência foi de $1,21 \text{ g/cm}^3$ e $1,42 \text{ g/cm}^3$ para demais famílias.

Os materiais utilizados apresentam as caracterizações descritas a seguir:

3.1.1 Cimento Portland

Utilizou-se o cimento CII-F-32. A Tabela 02 apresenta as características do cimento.

Tabela 02 – Características dos cimentos utilizados

| Determinação | | | CPII-F-32 |
|----------------------------|---|-----------------------------|-----------|
| Caracterização Física | Água para consistência normal (%) | | 28,8 |
| | Área específica Blaine (cm^2/g) | | 3780 |
| | Massa Específica (g/cm^3) | | 3,10 |
| | Densidade Aparente (g/cm^3) | | *NI |
| | Finura | Resíduo na peneira #200 (%) | 2,60 |
| | | Resíduo na peneira #325 (%) | 11,30 |
| | Tempo de Pega | Início (min) | 255 |
| | | Fim (min) | 320 |
| | Resistência à Compressão | 3 dias (MPa) | 26,4 |
| | | 7 dias (MPa) | 31,9 |
| | | 28 dias (MPa) | 38,0 |
| Caracterização Química (%) | Perda ao fogo | | 4,06 |
| | Resíduo insolúvel | | 1,53 |
| | Al_2O_3 | | 4,53 |
| | SiO_2 | | 18,52 |
| | Fe_2O_3 | | 2,11 |
| | CaO | | 60,95 |
| | MgO | | 3,26 |
| | SO_3 | | 3,34 |
| | CaO livre | | 0,89 |
| | Equivalente alcalino em Na_2O | | |

3.1.2 Adições

A metacaulim utilizada foi produzida industrialmente na Região Metropolitana do Recife. Esse material originado da argila caulínica possui alta reatividade, e, apresenta algumas características fornecido pelo fabricante, a saber: Cor branca; Densidade de massa específica $2,49 \text{ g/cm}^3$ e Densidade de massa Aparente – $0,43 \text{ g/cm}^3$.

3.1.3 Agregado miúdo

Foi utilizada areia natural de natureza quartzosa amplamente encontrada na Região. Esse material foi caracterizado pela densidade de massa específica e aparente, determinação da curva granulométrica e coeficiente de uniformidade de acordo com o método de Allen-Hazem. Este método relaciona $C=d_{60}/d_{10}$, significando a equivalência da percentagem passante de material (CAPUTO 1983).

As Tabelas 03a e 03b mostram características da areia natural, bem como a Figura 04 apresenta a curva da distribuição granulométrica.

Tabela 03a – Granulometria da areia natural

| Peneira | | Média | | % Acumulado |
|-----------------------|------------------------|------------------|--------------|-------------|
| Abertura Peneira (mm) | Abertura Peneira (POL) | Massa Retida (g) | % Retido (%) | |
| 9,5 | $\frac{3}{8}$ " | 0,0 | 0,0 | 0 |
| 6,3 | $\frac{1}{4}$ " | 1,0 | 0,2 | 0 |
| 4,8 | Nº 4 | 0,4 | 0,1 | 0 |
| 2,4 | Nº 8 | 8,3 | 1,7 | 2 |
| 1,2 | Nº 16 | 27,8 | 5,6 | 7 |
| 0,6 | Nº 30 | 130,6 | 26,1 | 34 |
| 0,3 | Nº 50 | 203,9 | 40,8 | 74 |
| 0,15 | Nº 100 | 114,3 | 22,9 | 97 |
| < 0,15 ou FUNDO | | 13,9 | 2,8 | 100 |
| TOTAL | | 500 | 100 | 315 |

Tabela 03b – Características da areia natural

| | |
|--|------|
| Dimensão Máxima Característica | 2,36 |
| Módulo de finura | 2,15 |
| Densidade aparente (g/cm^3) | 1,63 |
| Massa específica (g/cm^3) | 2,56 |
| Coeficiente de uniformidade | 1,2 |

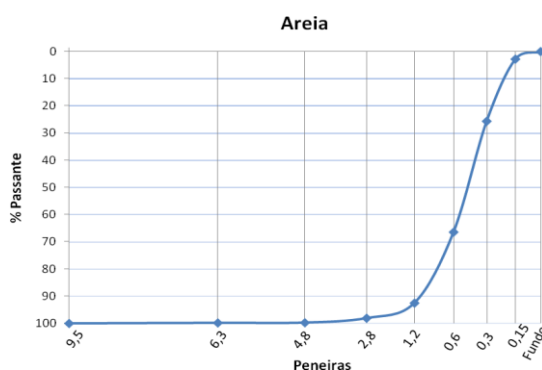


Figura 04 – Gráfico da curva granulométrica da areia

3.1.4 Blocos

A alvenaria executada em terreno ao lado do laboratório para ensaio de absorção pelo cachimbo, teve blocos vazados cerâmicos com características, a saber: medidas médias de comprimento, altura e largura (19,05 cm; 9,55 cm e 19,0 cm); massa 2.512,85 g; 12,2 g/200 cm³/min. no IRA (Initial Rate Absorption) e absorção total 12,3%.

3.1.5 Água

A água utilizada foi proveniente da rede de abastecimento da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa). Verificou-se que o pH da água no ato de sua utilização estava próximo de 6,5.

3.2 Descrição dos ensaios

Para a avaliação da influência do metacaulim no desempenho mecânico das argamassas foram realizados os ensaios descritos a seguir. Para cada caso foram realizados ensaios aos 28 dias e 90 dias, utilizando-se, em ambos os casos, as mesmas quantidades de amostras:

- **Propriedades mecânicas:** resistência à compressão (15 amostras por família para cada idade – 28 dias e 90 dias), resistência à tração por compressão diametral (3 amostras) – NBR 13279 e NBR 7222;
- **Propriedades relacionadas com a durabilidade:** absorção de água por imersão (3 amostras por família para cada idade – 28 dias e 90 dias) e permeabilidade pelo “método do cachimbo”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios mecânicos são apresentados nas Tabelas 04 e 05.

Estas tabelas apresentam as taxas de crescimento percentual comparando os resultados dos ensaios nas idades de 28 e 90 dias. As Figuras 05 e 06 apresentam graficamente estes resultados.

Tabela 04 – resultados dos ensaios de resistência à compressão

| Amostra | Idade do Ensaio | | Crescimento % |
|------------------------|-----------------|----------|---------------|
| | 28 dias | 90 dias | |
| Família 1(referência) | 5,01 Mpa | 6,35 MPa | 26,84 |
| Família 2 (Adição 10%) | 4,28 Mpa | 6,50 MPa | 51,71 |
| Família 3 (Adição 20%) | 6,33 Mpa | 8,46 MPa | 33,80 |

A análise da tabela 04 mostra que o crescimento da resistência à compressão apresenta resultados mais significativos para as amostras que receberam a adição de metacaulim, quando comparadas com a amostra de referência.

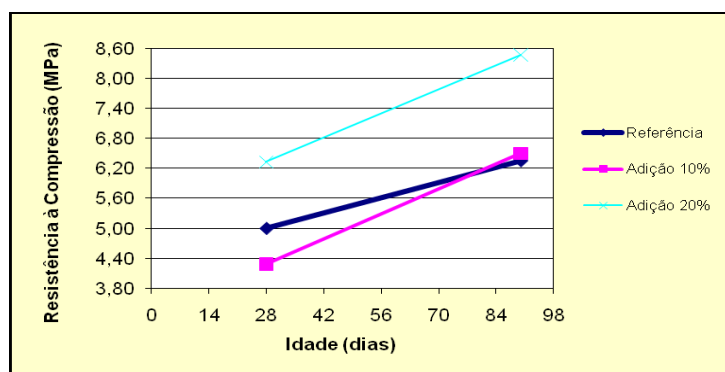


Figura 05 – Ensaio de Resistência à Compressão

Tabela 05 – resultados dos ensaios de resistência à tração por compressão diametral

| Amostra | Idade do Ensaio | | Crescimento % |
|------------------------|-----------------|----------|---------------|
| | 28 dias | 90 dias | |
| Família 1(referência) | 0,54 Mpa | 1,75 MPa | 224,07 |
| Família 2 (Adição 10%) | 0,76 Mpa | 1,03 MPa | 35,53 |
| Família 3 (Adição 20%) | 0,97 Mpa | 1,22 MPa | 25,77 |

Resultados satisfatórios também foram verificados para o ensaio de resistência à tração, pois embora o crescimento verificado para as amostras com metaculim não tenha sido tão significativo quanto àquele observado para a amostra de referência, os valores observados aos 90 dias superaram a marca de 1,0 MPa em todas as amostras ensaiadas.

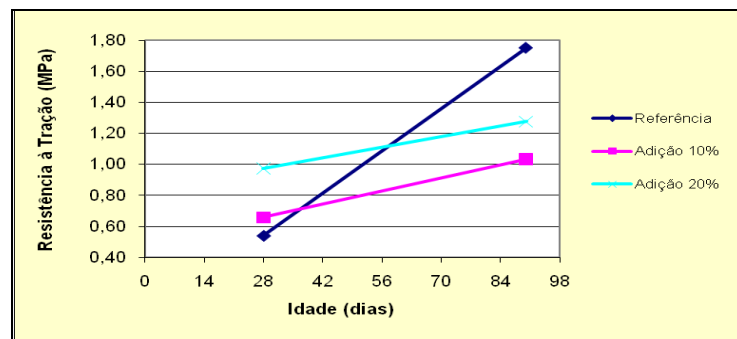


Figura 06 – Ensaio de Resistência à Tração

Para a avaliação de aspectos relacionados à durabilidade foram realizados ensaios de absorção de água por imersão total. A Tabela 06 apresenta o resultado dos ensaios realizados.

Tabela 06 – resultados dos ensaios de absorção de água por imersão total

| Amostras | Idade do ensaio | |
|------------------------|-----------------|---------|
| | 28 dias | 90 dias |
| Família 1 (referência) | 9,11 | 9,09 |
| Família 2 (adição 10%) | 9,12 | 9,12 |
| Família 3 (adição 20%) | 9,13 | 9,13 |

No ensaio de absorção total não se verificou substanciais diferenças nos resultados. Pode-se inferir que, as reações pozolânicas ocorrem em longos períodos, não se verificando, portanto, em 90 dias, refinamento dos poros. Ademais, pode-se ainda ponderar que caso se utilize aditivos plastificantes proporcionando redução da relação água/cimento, a ação da pozolana reduzirá a porosidade mais drasticamente.

Sabe-se que no ensaio de absorção pelo método do cachimbo, mesmo pesquisado e referendado por diversos autores, deve-se ter cuidados especiais, uma vez que fissuras e, ou, microfissuras podem influenciar os resultados. Vale salientar que nessa pesquisa, não se identificou fissuras no revestimento, entretanto, os autores afirmam que os resultados são meramente indicativos (tendência). A Figura 7 mostra o ensaio com o equipamento (cachimbo) e as Figuras 7 (a, b e c) mostram as curvas médias dos ensaios realizados na junta (rejunte) e na face dos blocos.

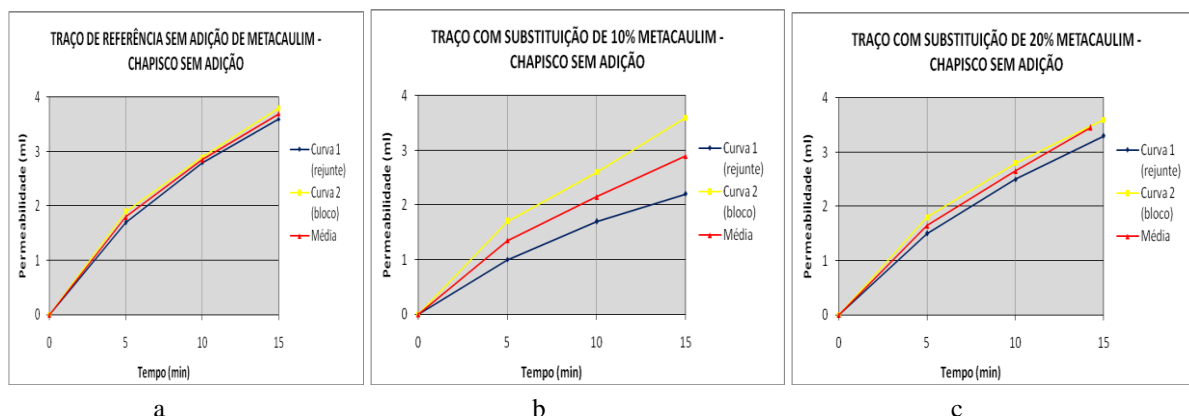


Figura 07 – Ensaio de permeabilidade com o cachimbo



Figura 08 – Ensaio de permeabilidade com o cachimbo

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme resultados experimentais colhidos em laboratório, podem-se concluir que:

- Verificou-se na resistência à compressão um incremento máximo de 33,23% aos 90 dias (família 3 em relação a 1, de referência). Na família 2, verificou-se uma elevação da resistência de 51,71% (nos 90 dias em relação aos 28 dias). Poder-se-á inferir, analogamente, melhor quanto a aderência, considerando a tendência da relação direta entre essas duas propriedades.
- Quanto à tração por compressão diametral, verificou-se um incremento, da amostra de referência em relação a família 3 de 79,63% aos 28 dias. Contudo, o incremento máximo verificado foi na família 1, sendo 224,07% nos 90 dias em relação aos 28 dias. Pode-se dizer que para idades maiores, as reações pozolânicas agiriam de forma mais eficiente, uma vez que, em idades menores, quem governa é, de fato, o aglomerante.
- Na absorção total se verificou parâmetros bem similares. Sabe-se que as reações pozolânicas ocorrem a longo prazo. Por conseguinte, em períodos maiores poderá se observar incrementos relevantes. Caso se utilize aditivos plastificantes com o cunho de proporcionar redução da relação água/cimento, o refinamento da porosidade poderá ser considerável. Portanto, sugere-se novas pesquisas utilizando aditivo plastificante, objetivando redução da relação água/cimento para obtenção de maiores incrementos nas propriedades de argamassas com adição de pozolana.
- No ensaio com o cachimbo, observou-se redução (na curva média) da permeabilidade nas famílias com adição quando comparada com a de referência. Essa constatação pode ser justificada, tendo em

vista a ocorrência do efeito *filler*. Observou-se também que houve menor absorção nos pontos da Região da junta em relação aos pontos na Região da face do bloco. Nesse caso, pode-se ponderar que ocorre maior dificuldade da penetração de água nas juntas quando comparada com a Região da faces dos blocos, haja vista, possivelmente, existência de uma irradiação da água na Região da face dos blocos. Conforme relatado, os autores rezão que não foram identificadas fissuras no revestimento dessa pesquisa que podessem influenciar nos resultados de absorção, contudo, os resultados são específicos à amostra estudada, tornando-se, por conseguinte, uma tendência.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 7222 - Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 1994.

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

ALMEIDA, D. L.; CARASEK, H. **Avaliação da permeabilidade e de absorção de água de revestimentos de argamassa pelo método de cachimbo**. In: V Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. São Paulo, 2003.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Academia do Saber. Rio de Janeiro, 1983.

CARASEK, H. **Aderência de argamassa à base de cimento portland a substratos porosos – avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação**. Tese de Doutorado, USP. São Paulo, 1996.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. & SCARTEZINI, L. M. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassas**. In: IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Brasília, 2001.

CARNEIRO, A. M. P. **Notas de Aula da Disciplina: Tecnologia das Argamassas – Mestrado de estruturas**, UFPE - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.

CARVALHO JR., A. N.; BRANDÃO, P. R. G. & FREITAS, J. M. C. **Relação entre a resistência de aderência de revestimento de argamassa e o perfil de penetração de pasta de aglomerante nos poros dos blocos cerâmicos**. In: VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Florianópolis, 2005.

CINCOTTO, M. A. CARASEK, H.; CASCUDO, H. C. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. (Boletim 68). São Paulo, 1995.

COSTA, E. B. C. **Investigação do método de ensaio de determinação da resistência de aderência de revestimentos de argamassa**. Universidade Federal de Goiás – Dissertação de Mestrado. Goiás, 2007.

COSTA e SILVA, A. J. **Descolamento dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. Dissertação de mestrado, USP, São Paulo, 2001.

GOMES, I. R. **Simulação numérica do ensaio de compressão de prisma de alvenaria pelo método dos elementos finitos com comportamento de interface.** Tese de Doutorado 160P. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

MOSEIS; ROJAS & JOSEPH COBRERA. **The effect of temperature on the hydration rate and stability of the hydration phases of metakaolion – lime – water systems.** School of Civil Engineering. University of Leeds, 2001.

MOTA, J. M. F. **Influência da Argamassa de Revestimento na Resistência à Compressão Axial em Prisma de Alvenaria Resistente de Blocos Cerâmicos.** Universidade Federal de Pernambuco – Dissertação de Mestrado. Recife, 2006.

NAKAKURA, E. H.; CINCOTTO, M. A. **Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento.** Boletim técnico da USP, São Paulo, 2004.

PEREIRA et al. **Teor de cimento ou A/C: Quem exerce maior influência na resistência de aderência.** In: III Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Vitória - ES, 1999.

SCARTEZINI, L. M. & CARASEK, H. **Fatores que exercem influência na resistência de aderência à tração dos revestimentos de argamassas.** In: V Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. São Paulo, 2003.

SILVA, V. S. & LIBORIO, J. B. L. **Análise microestrutural da interface chapisco/argamassa.** In: VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Florianópolis, 2004.

SILVA, V. S. & LIBORIO, J. B. L. **Avaliação do efeito da sílica extraída da casca do arroz na aderência de argamassas e chapiscos.** In: V Simpósio Brasileiro de Tecnologia de argamassas. São Paulo, 2003.

SILVA, V. S.; LIBORIO, J. B. L. & SILVA, C. R. **Argamassas de revestimento com o emprego de pozolanas de argila calcinada.** In: III Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Vitória - ES, 1999.

TAHA, M. M. R.; SHRIVE, N. G. **The use of pozollans to improve bond and bond strength.** 9th Canadian masonry symposium. Canadá, 2001.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Tecomat – Tecnologia da Construção e Materiais, pela contribuição nessa pesquisa, mais especificamente, ao Professor Doutor Ângelo Just Costa e Silva.