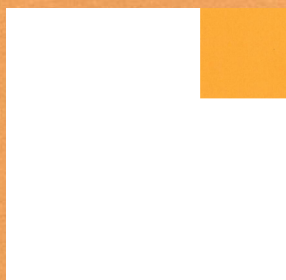




LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



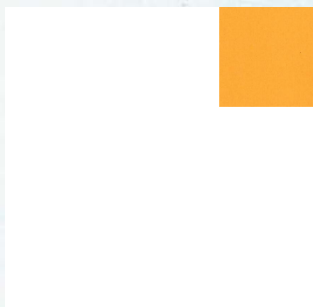
REVESTIMENTOS EXTERIORES DE SUBSTITUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DO CENTRO HISTÓRICO DE PALMELA

Seleccção da solução de revestimento

Município
Palmela
Câmara Municipal



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS
Núcleo de Revestimentos e Isolamentos

Proc. 0803/01/16678

REVESTIMENTOS EXTERIORES DE SUBSTITUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DO CENTRO HISTÓRICO DE PALMELA

Seleção da solução de revestimento

Câmara Municipal de Palmela

Lisboa • Junho de 2008

I&D EDIFÍCIOS

RELATÓRIO 211/2008 – NRI

REVESTIMENTOS EXTERIORES DE SUBSTITUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DO CENTRO HISTÓRICO DE PALMELA. SELECÇÃO DA SOLUÇÃO DE REVESTIMENTO.

RESUMO

A Câmara Municipal de Palmela (CMP) solicitou ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) a elaboração de um Parecer técnico sobre o estado de conservação dos revestimentos exteriores dos edifícios antigos do Centro Histórico de Palmela e sobre as soluções de reparação a adoptar.

As acções preliminares realizadas no âmbito do estudo foram compiladas num primeiro relatório já enviado à CMP, que incluiu a caracterização das recomendações gerais para reparação.

O presente Relatório, com o qual se considera concluído o estudo solicitado, foi preparado na sequência do desenvolvimento da metodologia preconizada e inclui a descrição das acções realizadas para o efeito, de entre as quais se destaca o acompanhamento da execução de aplicações experimentais de várias soluções de revestimento e a realização de ensaios sobre essas aplicações. Inclui ainda a decisão sobre a solução seleccionada e a respectiva fundamentação, assim como recomendações adicionais para a sua aplicação em obra.

ENDUITS EXTÉRIEURS DE SUBSTITUTION DES BÂTIMENTS DU CENTRE HISTORIQUE DE PALMELA.

SÉLECTION DE LA SOLUTION D'ENDUIT.

SUBSTITUTION RENDERING OF PALMELA HISTORIC CENTRE BUILDINGS.

SELECTION OF THE RENDERING SOLUTION.

**REVESTIMENTOS EXTERIORES DE SUBSTITUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DO CENTRO
HISTÓRICO DE PALMELA.
SELECÇÃO DA SOLUÇÃO DE REVESTIMENTO.**

ÍNDICE DO TEXTO

1	INTRODUÇÃO	1
2	EXECUÇÃO DOS PAINÉIS EXPERIMENTAIS	2
2.1	Seleção das soluções a ensaiar	2
2.2	Composição das soluções	2
2.3	Materiais e técnicas	5
3	ENSAIOS REALIZADOS	8
3.1	Generalidades	8
3.2	Ensaio de choque de esfera e de penetração controlada	8
3.3	Identificação de sais com marcadores colorimétricos	9
3.4	Medições de humidade com Humidímetro Portátil (“in situ”)	11
3.5	Permeabilidade à água sob baixa pressão com os <i>Tubos de Karsten</i>	12
3.6	Ensaio de aderência ao suporte	13
3.7	Ensaio de carbonatação	14
4	RESULTADOS DOS ENSAIOS	16
5	APRECIACÃO DOS RESULTADOS	20
5.1	Comportamento mecânico	20
5.2	Comportamento à água	20
5.3	Carbonatação	21
5.4	Comportamento aos sais	21
5.5	Anomalias observadas	22
6	SELECÇÃO DA SOLUÇÃO DE REVESTIMENTO A ADOPTAR	23
7	RECOMENDAÇÕES PARA ESPECIFICAÇÕES DE CADERNO DE ENCARGOS	25
7.1	Generalidades	25
7.2	Remoção de rebocos e conservação de elementos decorativos	26
7.3	Reparação das alvenarias	27
7.4	Sequência de operações a realizar	27
7.5	Outras condições	29
7.6	Aplicação de armaduras de reforço dos rebocos	30
8	NOTA FINAL	Error! Bookmark not defined.
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXO I	I.1

**REVESTIMENTOS EXTERIORES DE SUBSTITUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DO CENTRO
HISTÓRICO DE PALMELA.
SELECÇÃO DA SOLUÇÃO DE REVESTIMENTO.**

ÍNDICE DE QUADROS DO TEXTO

Quadro 1 – Representação esquemática dos painéis experimentais	3
Quadro 2 – Adequabilidade ao uso de argamassas novas com base em cal [8]	9
Quadro 3 – Síntese dos resultados dos ensaios nos painéis (valores médios) – Rua Contra-Almirante Jaime Freixo	16
Quadro 4 – Síntese dos resultados dos ensaios nos painéis (valores médios) – Largo do Mercado	17
Quadro 5 – Síntese geral dos trabalhos de reparação e restauro a realizar, consoante a tipologia dos edifícios do Centro Histórico de Palmela	26

ÍNDICE DE FIGURAS DO TEXTO

Fig. 1 – Aspecto inicial das primeiras aplicações de painéis do Largo do Mercado	4
Fig. 2 – Aspecto geral dos painéis do Largo do Mercado, 90 dias após aplicação das 2 ^{as} camadas e durante a realização dos ensaios.....	4
Fig. 3 – Aspecto geral dos painéis da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, 90 dias após aplicação das 2 ^{as} camadas	5
Fig. 4 – Aspecto da parede do edifício do Largo do Mercado antes do início da aplicação dos painéis	6
Fig. 5 – Aspecto da parede do edifício da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo antes do início da aplicação dos painéis	6
Fig. 6 – Pormenor das texturas finais dos painéis da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo aos 90 dias	7

Fig. 7 – Aspecto fissurado do painel de cal e cimento (P1) da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo	7
Fig. 8 – Ensaio de choque de esfera. Mossa provocada pela esfera. Medição do diâmetro da mossas	10
Fig. 9 – Ensaio de penetração controlada	10
Fig.10 – Ensaio de identificação de sais solúveis: sulfatos, cloretos, nitritos e nitratos.....	11
Fig.11 – Ensaio com humidímetro: medições no painel 1 e pormenor	12
Fig.12 – Esquema dos tubos de Karsten para superfícies a) verticais e b) horizontais	13
Fig.13 – Ensaio de Tubos de Karsten	13
Fig.14 – Ensaio de Aderência: execução da carote; aplicação de cola para colagem da pastilha	14
Fig.15 – Ensaio de Aderência: pastilha colada; arrancamento; aspecto do revestimento e da pastilha no caso de rotura coesiva no seio do revestimento (tipo B)	15
Fig.16 – Ensaio de carbonatação	15
Fig.17 – Gráficos dos ensaios de permeabilidade à água sob baixa pressão (Tubos de Karsten). Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo	18
Fig.18 – Gráficos dos ensaios de permeabilidade à água sob baixa pressão (Tubos de Karsten). Largo do Mercado	19

REVESTIMENTOS EXTERIORES DE SUBSTITUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DO CENTRO HISTÓRICO DE PALMELA.

SELECÇÃO DA SOLUÇÃO DE REVESTIMENTO.

1 INTRODUÇÃO

A Câmara Municipal de Palmela (CMP) solicitou ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) a elaboração de um Parecer técnico sobre o estado de conservação dos revestimentos exteriores dos edifícios antigos do Centro Histórico de Palmela e sobre as soluções de reparação a adoptar.

As acções preliminares realizadas no âmbito do estudo foram compiladas num primeiro relatório já enviado à CMP [1], que incluiu a descrição geral dos edifícios, a caracterização dos seus revestimentos de paredes, a análise das anomalias observadas e o diagnóstico das suas causas mais prováveis, além de uma primeira abordagem às possíveis soluções a adoptar nas intervenções a realizar.

O presente Relatório, com o qual se considera concluído o estudo solicitado, inclui a descrição das acções realizadas para o efeito, de entre as quais se destaca o acompanhamento da execução de aplicações experimentais de várias soluções de revestimento e a realização de ensaios sobre essas aplicações. Inclui ainda a apreciação dos respectivos resultados e a decisão sobre a solução seleccionada com a respectiva fundamentação, assim como recomendações adicionais para a sua aplicação em obra.

Em anexo, apresenta-se um conjunto de relatórios de acompanhamento das aplicações em painéis, realizados pela Arquitecta Eunice Torres, da Câmara Municipal de Palmela (Anexo I).

2 EXECUÇÃO DOS PAINÉIS EXPERIMENTAIS

2.1 Selecção das soluções a ensaiar

A selecção das soluções de revestimento a ensaiar *in situ* teve em conta os seguintes aspectos:

- As soluções a estudar devem ter compatibilidade com a alvenaria antiga existente, dos pontos de vista físico, mecânico, químico e estético [2], de preferência comprovada por ensaios de laboratório.
- Devem ter uma boa resistência à acção da água, tendo em conta a causa principal da degradação dos rebocos existentes que parece estar relacionada com a humidade ascendente proveniente do solo e do subsolo, ou com infiltrações de água através da envolvente [1].
- Os materiais necessários devem estar disponíveis no mercado e ter aplicação acessível a operários de construção civil, desde que convenientemente orientados.

2.2 Composição das soluções

Tendo em conta os aspectos referidos e as recomendações já elaboradas para execução das aplicações no relatório anterior [1], optou-se por argamassas com endurecimento parcialmente hidráulico, constituídas por misturas de cal aérea e cimento, ou cal aérea e pozolanas. Estas soluções tinham já sido caracterizadas em laboratório [3,4,5] e testadas em paredes de edifícios antigos no âmbito de outros estudos, sendo consideradas compatíveis ou parcialmente compatíveis com paredes antigas em geral. No entanto, duas das argamassas estudadas contêm determinadas proporções de cimento branco, material este que, por conter sais solúveis na sua composição, tende a introduzir mais sais no suporte e, nesse sentido, contribui para acelerar a sua degradação a médio prazo, pelo que a possibilidade da sua aplicação teria que ser sempre cuidadosamente analisada.

As soluções aplicadas em dois conjuntos de 4 painéis descrevem-se esquematicamente no **Quadro 1**. Os dois conjuntos de painéis localizam-se em ruas distintas do Centro Histórico de Palmela: um no Largo do Mercado (Figs. 1 e 2) e outro na Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo (Fig. 3).

As aplicações foram realizadas por técnicos da Câmara Municipal de Palmela.

Descrições das fases de aplicação das várias camadas e uma reportagem fotográfica das aplicações, realizadas pela Arquitecta Eunice Torres, da Câmara Municipal de Palmela, compilam-se no Anexo I.

Quadro 1 – Representação esquemática dos painéis experimentais

PAINEL 1	PAINEL 2	PAINEL 3	PAINEL 4
dimensões: 1m x 1,5m limpeza e humedecimento do suporte; Reboco com argamassa de CAL AÉREA, CIMENTO BRANCO e AREIA (mistura de areia “grossa” com alguma “goma” com areia siliciosa fina em partes iguais) Traços volumétricos: Emboço – 1:1:6 Reboco – 1:2:9 Camada de acabamento – 1:3:12 Acabamento do reboco à vista	dimensões: 1m x 1,5m limpeza e humedecimento do suporte; Reboco com argamassa de CAL AÉREA e AREIA (mistura de areia “grossa” com alguma “goma” com areia siliciosa fina em partes iguais) Traços volumétricos: Emboço – 1:3 Reboco – 1:3 Camada de acabamento – 1:3 Acabamento do reboco à vista	dimensões: 1m x 1,5m limpeza e humedecimento do suporte; Reboco em duas camadas com argamassa de CAL AÉREA, METACAUULINO e AREIA (mistura de areia “grossa” com alguma “goma” com areia siliciosa fina em partes iguais) Traços volumétricos: Emboço – 1:0,5:2,5 Reboco – 1:0,5:3,5 Camada de acabamento – 1:0,5:3,5 Acabamento do reboco à vista	dimensões: 1m x 1,5m limpeza e humedecimento do suporte; Reboco com argamassa PRÉ-DOSEADA com base em cal e cimento branco da weber.cimenfix* Acabamento do reboco à vista (Rua Contra Alm. Jaime Afreixo) e com camada de acabamento fina (Largo do Mercado)*

* No Painel 4 da Rua Contra-Almirante Afreixo foi aplicado apenas o produto *Weber.Rev Tradition*; no P4 do Largo do Mercado foi aplicado o sistema *Weber.Rev Tradition + Weber.Rev Kal* (acabamento).



Fig. 1 – Aspecto inicial das primeiras aplicações de painéis do Largo do Mercado

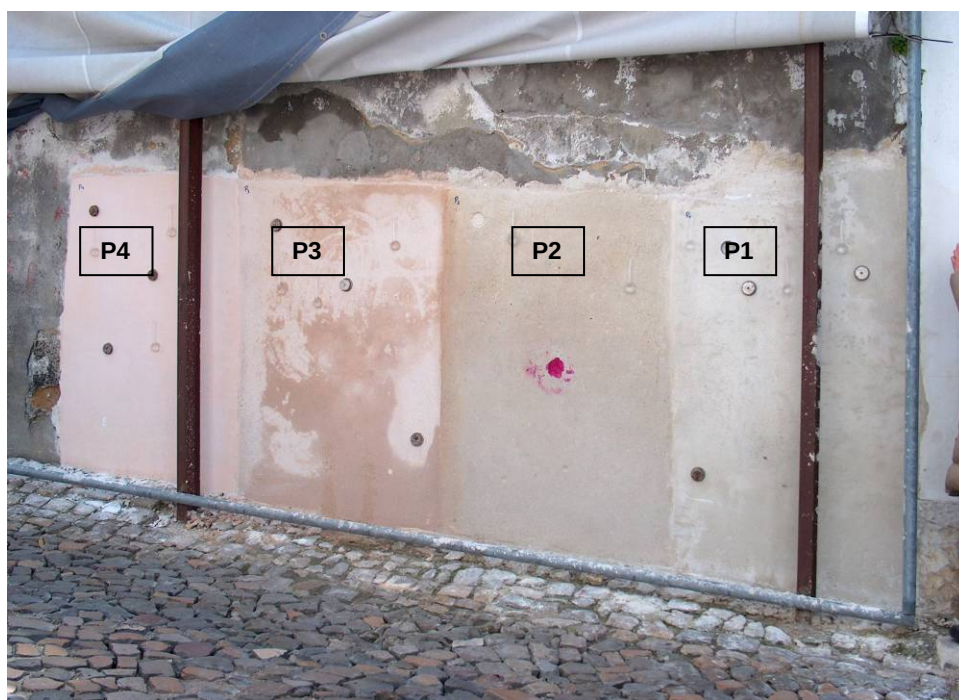


Fig. 2 – Aspecto geral dos painéis do Largo do Mercado, 90 dias após aplicação das 2ªs camadas e durante a realização dos ensaios



Fig. 3 – Aspecto geral dos painéis da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, 90 dias após aplicação das 2^{as} camadas

2.3 Materiais e técnicas

Os materiais usados na preparação das argamassas dos painéis foram os seguintes:

- Cal aérea *Hidracal*.
- Cimento CEM II 32,5 br da *Secil*.
- Metacaulino de cor levemente rosada fornecida pela empresa *Cerâmica Condestável* (zona de Porto-de-Mós), com designação comercial *Ecopozz*.
- Revestimento pré-doseado, fornecido pela empresa *weber.cimenfix*, constituído pelos produtos *Rev Tradition* (produto de regularização) e *Rev Kal* (produto de acabamento).
- Areias da região: areia grossa “branca” com alguma “goma”; areia siliciosa fina de rio; areia amarela grossa lavada da região.

Nas aplicações tiveram-se os seguintes cuidados:

- antes da aplicação de cada camada procedeu-se à remoção das argamassas cimentícias existentes e à limpeza da superfície para eliminação de todo o material pulverulento ou solto (Figs. 4 e 5);

- as argamassas foram aplicadas com consistência bastante seca, para evitar uma porosidade excessiva, com excepção da argamassa com metacaulino (painel 3) aplicada no edifício 2, já que se verificou durante a aplicação no edifício 1 que a argamassa demasiado seca originava fissuração elevada;
- cada camada de argamassa foi alisada com régua e talocha e apertada à talocha ou com colher de pedreiro;
- todos os painéis, com excepção dos painéis 4, de argamassa pré-doseada, foram acabados com passagem de uma esponja húmida;
- em todos os painéis, com excepção dos painéis de argamassa pré-doseada, foi respeitado um tempo de secagem de cerca de 2 semanas entre a 1ª e a 2ª camadas e de cerca de 1 semana entre a 2ª e a 3ª camadas; no caso do painel 4 do edifício 1, de argamassa pré-doseada, as duas camadas foram aplicadas em dias consecutivos, seguindo as recomendações da empresa que comercializa o revestimento; no edifício 2, o painel 4 foi aplicado numa única camada, executada com o produto de regularização.

Durante o período em que decorreram as aplicações observaram-se condições atmosféricas caracterizadas por tempo fresco e seco, com temperaturas diurnas rondando os 13 °C.



Fig. 4 – Aspecto da parede do edifício do Largo do Mercado antes do início da aplicação dos painéis



Fig. 5 – Aspecto da parede do edifício da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo antes do início da aplicação dos painéis

A Fig. 6 ilustra, em pormenor, o aspecto de cada um dos revestimentos estudados.

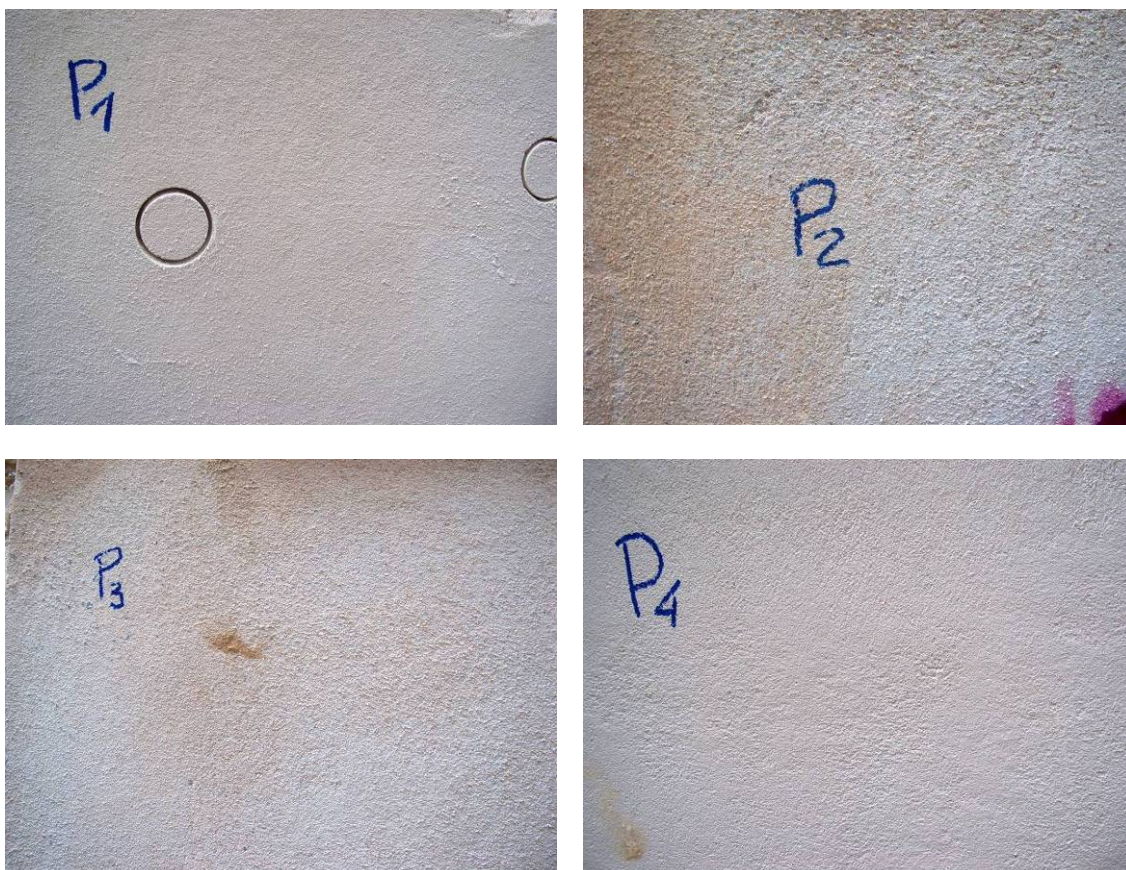


Fig. 6 – Pormenor das texturas finais dos painéis da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo aos 90 dias

No painel 1 (cal e cimento) verificou-se a ocorrência de fissuras, particularmente acentuadas nas zonas inferiores da parede, ao longo das quais são visíveis sais solúveis cristalizados (Fig. 7).

No painel 2 (cal) da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo observou-se uma zona localizada com perda de aderência do revestimento que poderá ter origem em aplicação deficiente.



Fig. 7 – Aspecto fissurado do painel de cal e cimento (P1) da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo

3 ENSAIOS REALIZADOS

3.1 Generalidades

Os ensaios seleccionados para execução nos painéis tiveram como objectivo avaliar o desempenho e algumas características dos rebocos aplicados.

Foram realizados os ensaios que se referem e descrevem sinteticamente a seguir:

- choque de esfera e penetração controlada;
- identificação de sais com identificadores colorimétricos;
- teor de água com Humidímetro portátil;
- permeabilidade à água sob baixa pressão com Tubos de Karsten;
- aderência ao suporte;
- carbonatação com fenolftaleína;

3.2 Ensaio de choque de esfera e de penetração controlada

Os ensaios de choque de esfera e de penetração controlada são realizados com o aparelho *Martinet Baronnies*. Em combinação com outras técnicas constituem um adequado meio auxiliar de diagnóstico para os revestimentos, além de constituírem um instrumento para definição de medidas a tomar em possíveis intervenções.

O ensaio de choque de esfera consiste na aplicação de um choque de corpo duro transmitindo uma energia de 3 Joules, aplicado por uma esfera de aço de cerca de 50 mm de diâmetro (Fig. 8); este ensaio, realizado pelo método descrito na Ficha de Ensaio do LNEC FE Pa 25 dá informação sobre a deformabilidade do revestimento. A resistência ao choque é avaliada a partir do diâmetro da massa provocada e do tipo de degradação resultante (existência ou não de fendas e de perfuração) [2,6,7].

O ensaio a que se deu a designação de penetração controlada consiste em provocar a penetração de um prego de aço no revestimento de parede. O prego de aço é guiado por um acessório fixado ao aparelho *Martinet Baronnies* para garantir a perpendicularidade do choque (Fig. 9). Sempre que é possível realiza-se o ensaio de penetração com recurso a três pancadas; após cada choque, com energia constante, é registado o incremento da profundidade da penetração obtida na argamassa. Este ensaio permite, assim, avaliar a resistência mecânica das camadas internas, permitindo uma apreciação do seu estado de conservação [2,6].

Estes métodos de ensaio são relativamente rápidos, requerendo apenas alguns segundos para as respectivas leituras. No entanto a informação obtida é localizada, pelo que é necessária a realização de uma série de medições nas diferentes zonas ensaiadas.

A correlação, com os resultados obtidos em laboratório e com o comportamento real, dos resultados obtidos na aplicação destas técnicas em diversos revestimentos de substituição com base em cal permitiu definir uma classificação da sua adequabilidade ao uso a partir de um critério de valores mínimos de resistência considerados aceitáveis para revestimentos com argamassas novas aplicadas em paredes antigas [8], que se resume no **Quadro 2**.

Quadro 2 – Adequabilidade ao uso de argamassas novas com base em cal [8]

Idade	Adequabilidade	Choque de esfera ($\varnothing$, m m)	Penetração controlada (m m)
3 meses a 1 ano	Aceitável	≤ 18	≤ 7
≥ 3 anos	Aceitável	≤ 14	≤ 6

3.3 Identificação de sais com marcadores colorimétricos

Este ensaio é usado na identificação de um ião específico, recorrendo-se a marcadores colorimétricos (Fig. 10) que, quando imersos numa solução ou em contacto com uma superfície humedecida, mudam de cor, conforme a concentração de iões presentes no líquido ou na superfície a ensaiar; é portanto possível efectuar, de forma simples e rápida, a determinação semiquantitativa de um determinado tipo de ião presente no material a ensaiar e, em consequência, do tipo de sais presentes (que contêm esse ião) [9].

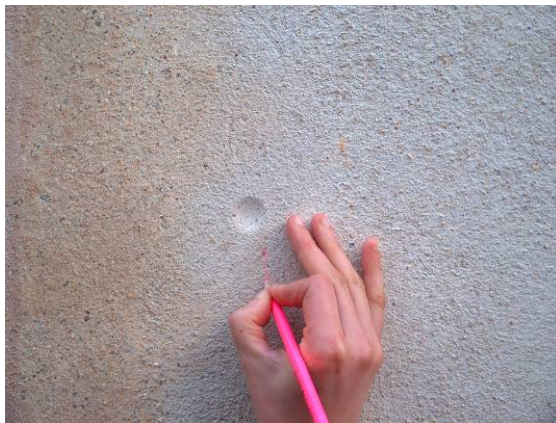


Fig. 8 – Ensaio de choque de esfera. Mossa provocada pela esfera. Medição do diâmetro da massa



Fig. 9 – Ensaio de penetração controlada



Fig. 10 – Ensaio de identificação de sais solúveis: sulfatos, cloretos, nitritos e nitratos

3.4 Medições de humidade com Humidímetro Portátil (“in situ”)

O humidímetro portátil é um instrumento bastante simples utilizado para avaliar o teor de água das paredes, através de dois eléctrodos em forma de agulhas ou de sondas de profundidade (Fig. 11) a introduzir nos elementos a ensaiar [10,11]. Esta técnica, que se baseia na variação da resistência eléctrica dos materiais em função do respectivo teor de água, é utilizada em termos comparativos e não absolutos, e pode ser uma ferramenta bastante útil na detecção de zonas com elevado teor de humidade e na determinação das causas desse fenómeno.

Em geral, os valores obtidos permitem estimar as variações do estado de humedecimento do revestimento de uma parede em condições naturais.

No caso de materiais muito heterogéneos, como os rebocos, as medições mais significativas são as que se situam próximas do zero (condição em que o material está seco) ou do máximo da escala (material muito húmido) para o material isento de sais higroscópicos, já que estes podem alterar significativamente os resultados.

Os valores de referência da escala do humidímetro utilizado no presente estudo – Tramex CRH – correspondem aos teores reais de água do betão e variam de 0% (seco) a 6,9% (húmido). No caso dos rebocos seria necessário calibrar esta escala para estabelecer uma correspondência com teores de água reais, variando estes, ainda assim, com a composição do reboco. Sem esta calibração, os valores obtidos têm validade apenas para efeitos de comparação.



Fig. 11 – Ensaio com humidímetro: medições no painel 1 e pormenor

3.5 Permeabilidade à água sob baixa pressão com os *Tubos de Karsten*

A técnica de ensaio, descrita na Ficha de Ensaio do LNEC FE Pa 39 [12], é baseada na metodologia adoptada pela RILEM [13] e consiste em medir a quantidade de água absorvida por uma determinada superfície do reboco, ou do acabamento, após um período de tempo definido, empregando para isso um conjunto de pequenos tubos de vidro graduados, em forma de cachimbo, que são fixados às zonas da parede objecto de estudo. Podem ser utilizados tubos adaptados para superfícies verticais e para superfícies horizontais (Fig. 12).

As leituras da quantidade de água absorvida pelo revestimento são efectuadas com base na redução do nível de água observado nos tubos graduados (Fig. 12). Devem usar-se três tubos em cada zona a ensaiar para ter em conta a heterogeneidade do material. As leituras são, em geral, efectuadas aos 5, 10 e 15 minutos, podendo prolongar-se muitas vezes até aos 30 minutos ou mesmo até aos 60 minutos, sempre que o nível de água nos tubos ainda permita a leitura.

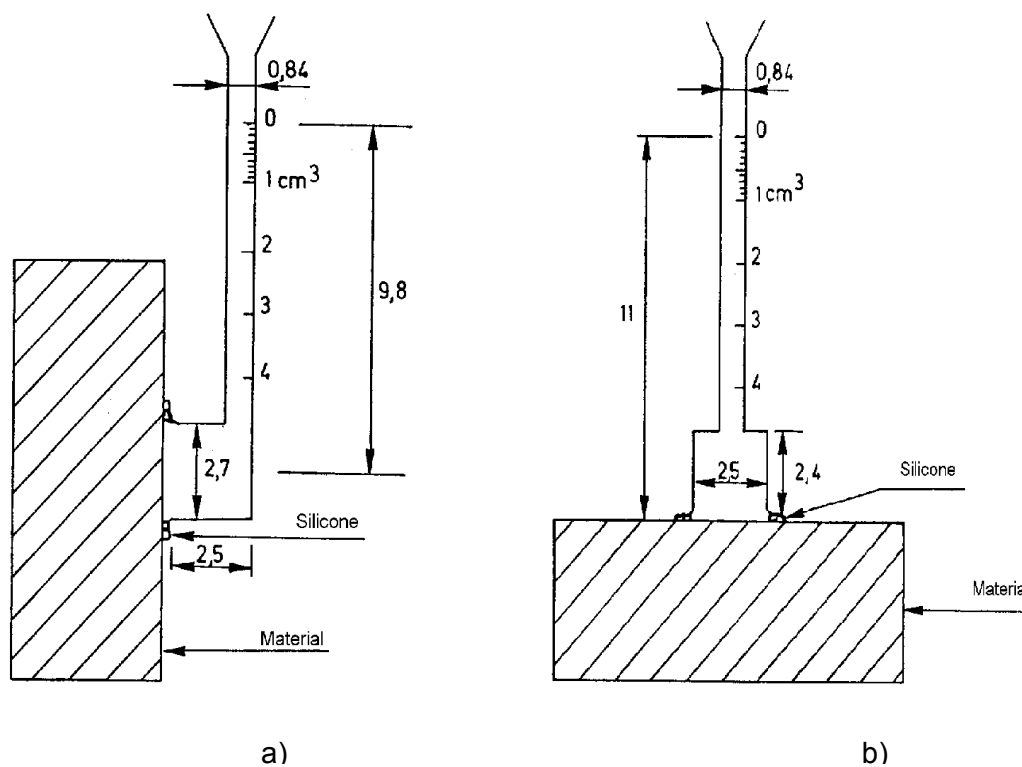


Fig. 12 – Esquema dos Tubos de Karsten para superfícies a) verticais e b) horizontais



Fig. 13 – Ensaio de Tubos de Karsten

3.6 Ensaio de aderência ao suporte

Este ensaio baseia-se na Norma Europeia EN 1015-12 [14], mas tem adaptações para a sua aplicação *in situ* [15].

Permite avaliar a aderência do revestimento ao suporte e o modo de rotura previsível. No entanto, apresenta algumas limitações: só tem algum significado em zonas bastante homogêneas e em revestimentos e suportes em relativo bom estado de conservação, caso contrário a dispersão de resultados e a desagregação da argamassa impossibilitam a avaliação; a carotagem introduz vibrações que, no caso de revestimentos de baixa resistência mecânica, podem conduzir por si só à perda de aderência ou mesmo à desagregação da argamassa.

O método de ensaio consiste em determinar a força necessária para provocar o arrancamento por tracção duma determinada área do revestimento (Fig. 14), calculando depois a tensão que provoca a rotura (tensão de arrancamento). Para efectuar o arrancamento utiliza-se um dinamómetro (Fig. 15) também descrito na Norma EN 1015-12.

3.7 Ensaio de carbonatação

O método de ensaio usado para avaliação da carbonatação consistiu na aplicação de um indicador químico – a fenolftaleína – sobre a superfície a analisar, que permite identificar a presença de carbonato de cálcio. A mudança de cor da solução de fenolftaleína (de incolor para rosa), que se faz notar em poucos minutos (Fig. 16), indica a zona do revestimento com pouca ou nenhuma extensão de carbonatação [16].



Fig. 14 – Ensaio de aderência: execução da carote; aplicação de cola para colagem da pastilha

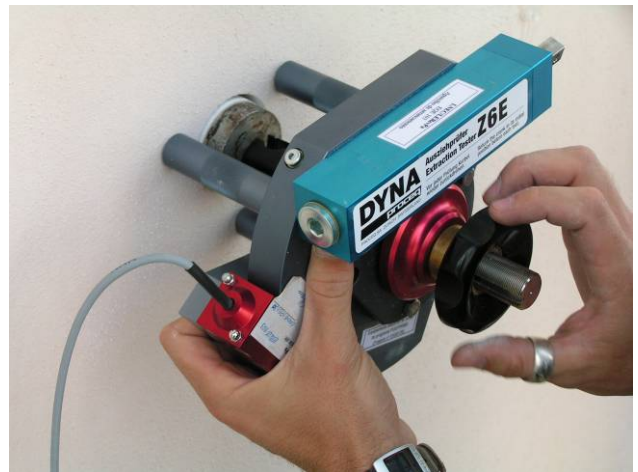


Fig. 15 – Ensaio de aderência: pastilha colada; arrancamento; aspecto do revestimento e da pastilha no caso de rotura coesiva no seio do revestimento (tipo B)



Fig. 16 – Ensaio de carbonatação

4 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Os resultados dos ensaios realizados neste estudo sintetizam-se nos **Quadros 3 e 4** e nas figuras 16 e 17.

Quadro 3 – Síntese dos resultados dos ensaios nos painéis (valores médios) – Rua Contra-Almirante Jaime Freixo

Ensaio		PAINEL 1 (Cal aérea e cimento)	PAINEL 2 (Cal aérea)	PAINEL 3 (Cal aérea e metacaulino)	PAINEL 4 (Pré-doseada de cal e cimento branco)
		90 dias			
Choque de esfera (Ø, mm)		10	25	13	12
Penetração controlada (mm)	1ª. penetração	2	12,3	4	4
	2ª. penetração	2	7,7	2	1,7
	3ª. penetração	1,3	6,3	1	1,7
	Total	5,3	26,3	7,0	7,3
Aderência ao suporte		0,16 A	n.d.	0,27 B	0,32 A + B
Teor de água (%) (valores apenas comparativos)	0,5 m do solo	6,1	6,9	3,2	4,0
	1 m do solo	3,8	5,4	2,8	2,9
Permeabilidade à água sob baixa pressão (água absorvida, cm ³)	0 min	0	0	0	0
	5 min	0,1	1,1	0,4	0
	10 min	0,3	1,7	1,0	0
	15 min	0,5	2,2	1,6	0
	30 min	1,0	>3,3	>2,9	0,1
	60 min	1,7	>4,0	>3,6	0,2
Carbonatação		nd	Não carbonatado	nd	nd
Identificação de sais	Sulfatos	Zona com fissuras: 800-1200 Zona sem fissuras: <200	<200	<200	<200
	Cloretos	0-500	0-500	0-500	0-500
	Nitratos	10	0	0	0
	Nitritos	0	0	0	0

A – rotura adesiva no plano do revestimento-suporte; B – rotura coesiva no seio do revestimento; nd – não determinado (não foi possível realizar pois ocorreu destacamento da camada na altura da carotagem).

**Quadro 4 – Síntese dos resultados dos ensaios nos painéis (valores médios) –
Largo do Mercado**

Ensaio		PAINEL 1 (Cal aérea e cimento)	PAINEL 2 (Cal aérea)	PAINEL 3 (Cal aérea e metacaulino)	PAINEL 4 (Pré-doseada de cal e cimento branco c/ camada de acabamento)
		90 dias			
Choque de esfera (Ø, mm)		10	23	13	11
Penetração controlada (mm)	1ª. penetração	1,3	11,3	4,3	1,3
	2ª. penetração	1,3	9	1	1,3
	3ª. penetração	0,7	7	1	0
	Total	3,3	27,3	6,3	2,7
Aderência ao suporte		0,38 B	n.d.	0,22 B	0,30 A+ B
Teor de água (%) (valores apenas comparativo s)	0,5 m do solo	6,8	6,9	3,4	3,3
	1 m do solo	4,5	6,4	3,1	3,0
Permeabilid ade à água sob baixa pressão (água absorvida, cm ³)	0 min	0	0	0	0
	5 min	0	1,2	1,1	0,3
	10 min	0	>2,5	2,3	0,5
	15 min	0	>2,8	>2,9	0,6
	30 min	0,1	>3,5	>4	1,0
	60 min	nd	nd	nd	nd
Carbonatação		nd	nd	nd	nd
Identificação de sais	Sulfatos	>1600	< 200	< 200	< 200
	Cloretos	0 - 500	0 - 500	0 - 500	0
	Nitratos	50	0	0	0
	Nitritos	0	25	0	0

A – rotura adesiva no plano do revestimento-suporte; B – rotura coesiva no seio do revestimento; D – rotura pela cola; nd – não determinado (não foi possível realizar pois ocorreu destacamento da camada na altura da carotagem).

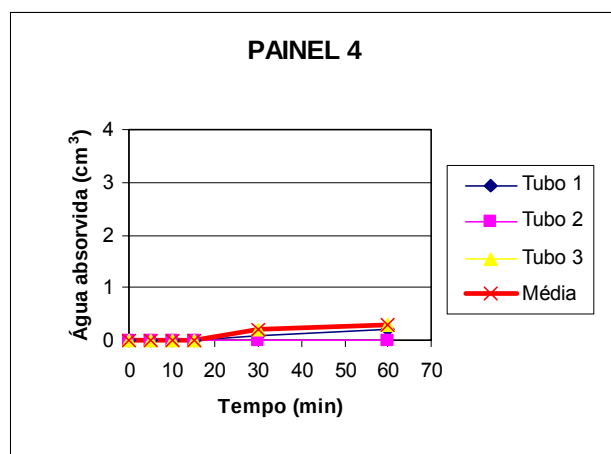
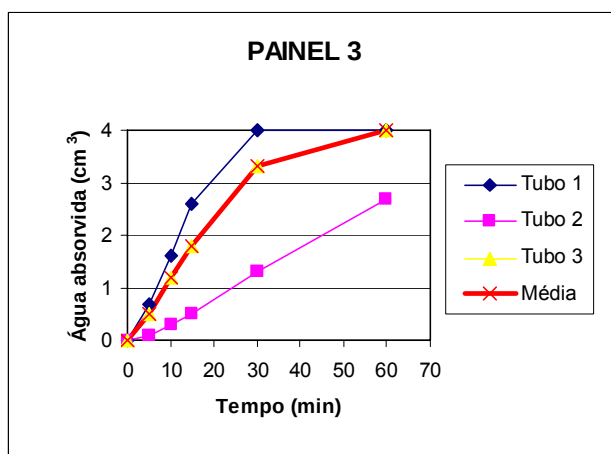
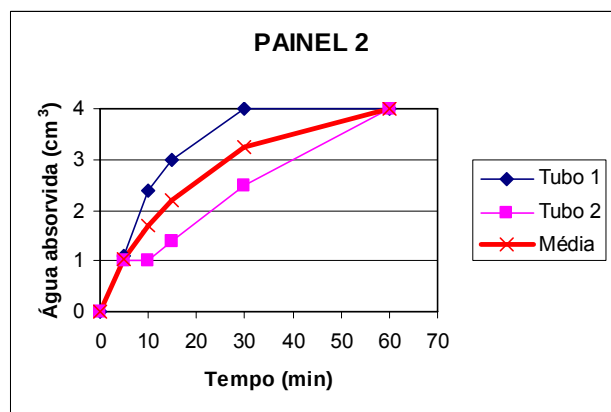
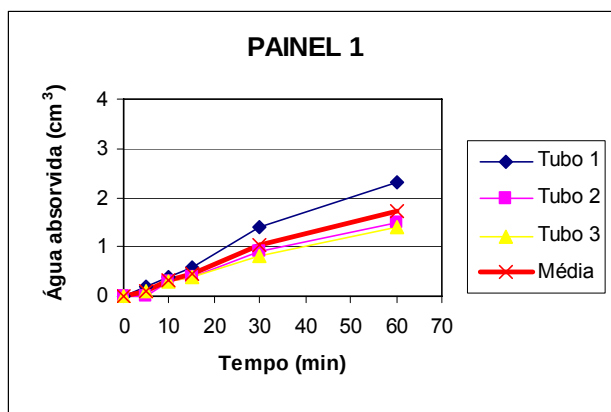


Fig. 17 – Gráficos dos ensaios de permeabilidade à água sob baixa pressão (Tubos de Karsten).
Rua
Contra-Almirante Jaime Afreixo

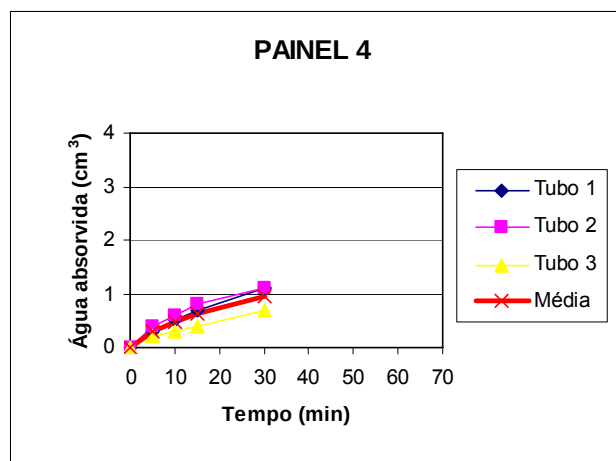
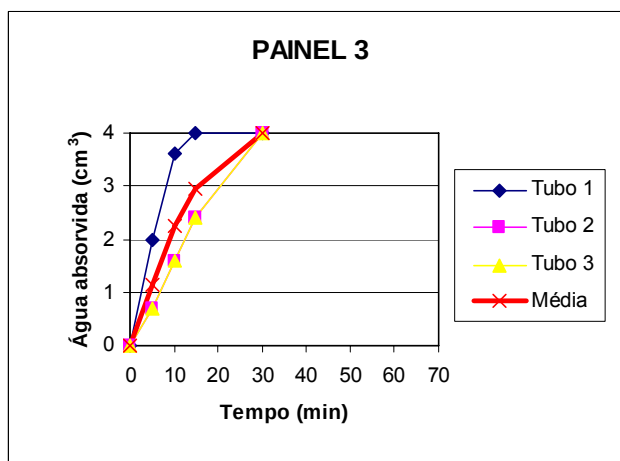
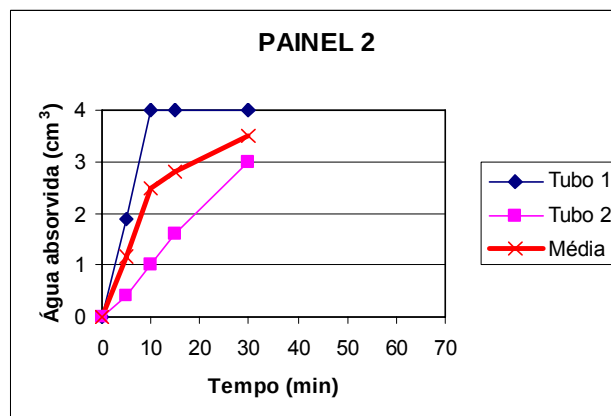
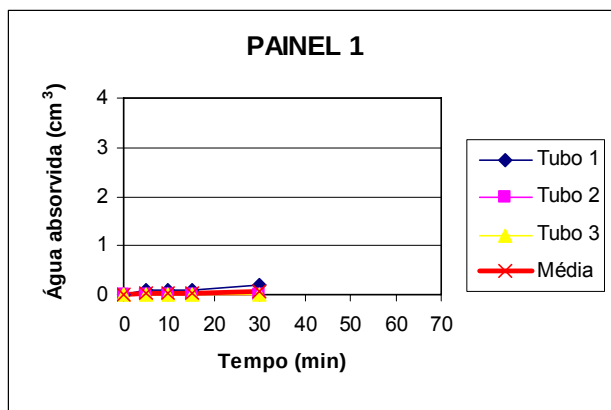


Fig. 18 – Gráficos dos ensaios de permeabilidade à água sob baixa pressão (Tubos de Karsten).
Largo do Mercado

5 APRECIACÃO DOS RESULTADOS

5.1 Comportamento mecânico

No que se refere à resistência mecânica, verifica-se que o painel 2, de argamassa de cal aérea, apresenta a maior deformabilidade e a menor resistência à penetração, quer nas experiências realizadas na Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, quer nas realizadas no Largo do Mercado. Por outro lado, os painéis 1 e 4, ambos de argamassas com ligante de cal aérea e cimento, mostram deformabilidades mais reduzidas e resistências à penetração bastante superiores às do painel 2. O painel 3 apresenta deformabilidade intermédia e resistência à penetração próxima da dos painéis 1 e 4, superando mesmo ligeiramente a do painel 4 no caso do edifício da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo.

Com base na classificação estabelecida em [8] (ver **Quadro 2**) e tendo em conta que se trata de revestimentos com base em cal aplicados há menos de 1 ano, o revestimento do painel 2 não atinge os valores mínimos para ser considerado aceitável, enquanto os revestimentos dos painéis 1, 3 e 4 são classificados como aceitáveis (choque de esfera ≤ 18 e primeira penetração ≤ 7). Salienta-se ainda que estes mesmos painéis (aos 90 dias) atingem valores considerados aceitáveis para argamassas com idade superior a 3 anos (choque de esfera ≤ 14 e primeira penetração ≤ 6).

Considerando os limites de 0,1 a 0,3 MPa definidos em [2] para aderência de revestimentos a suportes antigos, aos 90 dias, podem considerar-se aceitáveis as tensões de aderência obtidas para os painéis 1, 3 e 4, embora no painel 1 do edifício do Largo do Mercado o valor médio obtido ultrapasse um pouco o limite superior estipulado.

5.2 Comportamento à água

No que se refere ao comportamento à água, verifica-se que todos os painéis revelaram teores de água superiores nas zonas mais baixas das paredes, diminuindo para cima. Os rebocos dos painéis 2 (principalmente) e 1 mostram teores de água superiores aos painéis 3 e 4, que apresentam melhor comportamento neste aspecto, indiciando maior capacidade de secagem ou maior capacidade de protecção à entrada de água.

O ensaio com Tubos de Karsten revelou absorção muito reduzida do painel 4 da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, que se admite estar relacionada com a incorporação de adições hidrófugas neste revestimento pré-doseado; já no painel 4 do Largo do Mercado, com acabamento, a absorção é superior, indiciando que a camada de acabamento poderá não conter hidrófugo, ou conter este tipo de adição em menor proporção que a camada de regularização.

A seguir aos painéis 4, os painéis 1 são os que mostram menor permeabilidade à água, mas neste caso o painel 1 da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo mostra absorção mais elevada que o painel 1 do Largo do Mercado, o que é congruente com a menor resistência à penetração e a menor aderência desse painel; estas diferenças poderão estar relacionadas com diferenças de compacidade resultantes de diferentes teores de água de amassadura ou diferentes graus de aperto da massa.

O painel 2 apresenta a maior permeabilidade à água, embora o painel 3 apresente valores bastante próximos.

5. 3 Carbonatação

O ensaio de carbonatação com fenolftaleína não indicou, aos 90 dias, nenhuma espessura carbonatada nas argamassas só de cal aérea. Embora se trate de um ensaio qualitativo, parece provável que a carbonatação seja reduzida, talvez devido a um teor de água elevado das paredes que dificulte a reacção. Este facto pode explicar os reduzidos valores obtidos nas características mecânicas. O ensaio não foi realizado nas argamassas com componentes hidráulicos por não ser fiável em materiais com ligantes hidráulicos, já que os compostos hidráulicos podem introduzir alterações no pH que mascaram o resultado do ensaio.

5. 4 Comportamento aos sais

A observação dos painéis aos 90 dias de idade permitiu observar eflorescências em grande quantidade ao longo das fissuras presentes nas zonas inferiores do painel 1, quer na Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo (Fig. 7), quer no painel 1 do Largo do Mercado.

Através do ensaio expedito com os marcadores colorimétricos (Fig. 10) identificaram-se sais dos tipos sulfatos e cloretos em todos os painéis, em geral em pequenos teores, provavelmente devidos em parte a contaminação das paredes. No painel 1 o teor de

sulfatos é bastante superior aos outros, admitindo-se que esses sais possam ter origem no cimento.

Em menor escala, foram identificados nalguns painéis sais dos tipos nitratos e nitritos, que têm provável origem nas águas contaminadas do solo rico em matérias orgânicas.

5. 5 Anomalias observadas

O painel 1, de argamassa bastarda de cimento e cal aérea, apresenta fissuração significativa em toda a superfície, quer na Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, quer no Largo do Mercado.

O painel 3 apresenta manchas de tonalidade mais escura, que podem ter origem em heterogeneidades da argamassa que causam variações nos tempos de secagem, ou na existência de sais higroscópicos que provoquem a retenção de teores de água mais elevados.

6 SELECÇÃO DA SOLUÇÃO DE REVESTIMENTO A ADOPTAR

Face à fissuração significativa, às eflorescências observadas e ainda aos teores de sulfatos, considera-se que a solução do painel 1 (argamassas bastardas de cal aérea e cimento) não deve ser aplicada nos edifícios do Centro Histórico de Palmela.

A solução do painel 2 (argamassas só de cal aérea) apresentou problemas significativos – dificuldade de carbonatação e reduzida resistência mecânica – pelo que também não se recomenda a sua adopção neste caso. Admite-se que a existência de água no suporte, proveniente do subsolo e circulando por capilaridade ascendente, origine a manutenção de elevados teores de água na argamassa, impedindo a reacção de carbonatação da cal.

A solução de argamassa pré-doseada do painel 4 mostrou alguma dificuldade de aplicação e um fraco rendimento, o que pode ser impeditivo numa obra de reabilitação do Centro Histórico. Além disso, embora o desempenho global pareça satisfatório, existem indícios de um comportamento à água que pode trazer problemas. Com efeito, a penetração de água quase nula no painel da Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo sugere a incorporação de adições hidrófugas, que são desaconselhados no caso de paredes com capilaridade ascendente, já que, ao mesmo tempo que dificultam a entrada de água, podem dificultar a eliminação da água existente no interior da parede, que, numa primeira fase, se processa no estado líquido.

A solução do painel 3, de argamassas de cal aérea e metacaulino, apresentou resistência e deformabilidade adequadas, boa aderência e comportamento à água equilibrado. Com excepção da 1ª camada, não se verificou a ocorrência de fissuração.

Assim, tendo em conta os resultados obtidos e as observações realizadas, considera-se que a solução do painel 3 – argamassas de cal e metacaulino – apresentou o melhor comportamento global. A principal desvantagem observável desta solução foi o surgimento de manchas, que, se persistirem após um período normal de secagem dos paramentos, podem ser ocultadas através de uma pintura ou de um barramento final.

Tendo em conta ainda o aspecto estético, a disponibilidade do material no mercado e o facto de se tratar de um produto de fabrico nacional, recomenda-se o reboco de cal com metacaulino como sendo o mais adequado para este caso.

Dado que a composição aplicada na 1ª camada – traço volumétrico 1 : 0,5 : 2,5 (cal : metacaulino : areia) – originou fissuração significativa, enquanto a composição usada nas camadas seguintes – 1 : 0,5 : 3,5 – não apresentou essa anomalia, recomendam-se as seguintes composições volumétricas:

1ª camada – 1 : 0,5 : 3; 2ª camada e camadas seguintes – 1 : 0,5 : 3,5.

Faz-se notar que esta composição volumétrica é válida para os materiais usados nestes ensaios, ou seja, cal aérea hidratada em pó de boa qualidade, com massa volúmica da ordem de 400 a 500 kg/m³ e metacaulino com densidade da ordem de 600 a 650 kg/m³. Para outros tipos de metacaulino, nomeadamente com massa volúmica inferior, a composição terá que ter ajustada.

A areia a usar deve ser uma areia siliciosa de granulometria extensa (tão contínua quanto possível), com baixa proporção de elementos argilosos. Uma mistura em partes iguais de uma areia “meia-goma” com uma areia lavada, como a que foi usada nas aplicações experimentais, será adequada.

A água de amassadura a usar deve ser em quantidade suficiente para se obter uma boa trabalhabilidade, embora sem ficar demasiado fluida.

As aplicações devem ser feitas em camadas de pequena espessura (cerca de 10 a 15 mm), com períodos de secagem entre aplicações de cerca de 1 semana, curadas com aspersão de água uma vez por dia durante esse período de espera.

Naturalmente, outras soluções adequadas podem ser encontradas para estes edifícios, desde que sejam semelhantes e apresentem bom comportamento quando aplicadas no local.

7 RECOMENDAÇÕES PARA ESPECIFICAÇÕES DE CADERNO DE ENCARGOS

7.1 Generalidades

A análise dos edifícios do Centro Histórico de Palmela [1] permitiu concluir que grande parte dos revestimentos se encontram com um nível de degradação relativamente elevado e com tendência para evoluir, principalmente nos casos em que têm vindo a ser realizadas intervenções pouco cuidadas, nomeadamente com substituição de argamassas de cal por argamassas com base em cimento.

Por outro lado, verificou-se que alguns revestimentos exteriores destas paredes apresentam elementos decorativos ainda originais, com um valor histórico e artístico considerável, pelo que as intervenções a realizar sobre estes revestimentos devem orientar-se pelo princípio da máxima conservação [1].

Nos edifícios antigos sem elementos decorativos ou com reduzido valor patrimonial, a opção pela substituição ou pela manutenção do revestimento deve basear-se na verificação do seu nível de degradação e na reparabilidade das anomalias existentes [17].

As operações a realizar sobre os revestimentos exteriores devem, de um modo geral, contribuir para garantir os requisitos funcionais, de compatibilidade e de aspecto [2].

Nos casos em que se optar pela substituição, os produtos e sistemas devem ser compatíveis com os preexistentes e tão semelhantes a eles quanto se considerar viável, conferindo protecção à superfície, salvaguardando a imagem do edifício e mantendo a sua identidade.

Transcreve-se do Relatório anterior um quadro (**Quadro 5**) em que se apresenta uma síntese das formas de actuação nos revestimentos em função da tipologia dos edifícios característicos do Centro Histórico de Palmela [1].

Quadro 5 – Síntese geral dos trabalhos de reparação e restauro a realizar, consoante a tipologia dos edifícios do Centro Histórico de Palmela

Tipologia do edifício		Estratégias de intervenção no revestimento
Edifícios com ornamentos ou elementos decorativos antigos característicos (fingidos, grafitos, esgrafitos)		Manutenção das áreas com elementos decorativos, restaurando essas zonas; manutenção dos revestimentos existentes, se possível, reparando-os e substituindo só o estritamente necessário
Edifícios sem elementos decorativos antigos mas com rebocos com base em cal	Revestimento sem destacamentos e descolamentos significativos e com coesão razoável	Manutenção e reparação dos revestimentos
	Revestimento com grandes áreas destacadas (>25%, aproximadamente) ou com perda de coesão generalizada	Substituição parcial ou total
Edifícios sem elementos decorativos antigos e intervenções em rebocos com base em cimento		Substituição ou manutenção, com base no nível de degradação do revestimento

Naturalmente, as acções de reparação e conservação a realizar só devem ser implementadas após eliminação das causas que provocam as anomalias, principalmente as relacionadas com a humidade de ascensão capilar (causa primária). Estas medidas passam pela reparação das deficiências de estanquidade – em coberturas, paredes fendilhadas e canalizações – e pela análise do sistema de circulação de água no solo e no subsolo e pelo controlo da sua entrada por ascensão capilar – nomeadamente, analisando a possibilidade do seu afastamento das paredes por meio de drenos.

Para dar apoio às intervenções a realizar sobre os revestimentos exteriores de paredes, são referidas algumas observações a ter em conta nas recomendações para especificações de caderno de encargos.

7.2 Remoção de rebocos e conservação de elementos decorativos

A remoção dos revestimentos existentes deve ser realizada nos casos em que não haja elementos decorativos originais e em que o grau de degradação o justifique, ou seja,

sempre que ocorra degradação elevada de revestimentos de cal e degradação média a elevada de revestimentos com cimento.

Esta remoção poderá estar facilitada nos casos em que se verifique pouca coesão; no entanto, recomenda-se mesmo assim algum cuidado com a selecção dos meios de remoção a utilizar, para evitar perdas de material original do edifício (evitando, nomeadamente, utilizar martelos pneumáticos ou outros meios mecânicos de extracção demasiado agressivos).

7.3 Reparação das alvenarias

7.3.1 Reparação dos toscos das paredes

Os trabalhos de reparação dos toscos das paredes incluirão a seguinte sequência de operações:

- Extracção total dos rebocos existentes, até se atingir a alvenaria original, tendo no entanto o cuidado de evitar a remoção de partes dos elementos construtivos originais. A fiscalização deve aprovar a superfície final antes da concretização das novas camadas de revestimento.
- Limpeza do suporte com jacto de ar com pressão;
- Onde forem visíveis manchas de sais, escovagem a seco da parede;
- Preenchimento das reentrâncias nos toscos das paredes com profundidade superior a 30 mm com encasques obtidos a partir de argamassa em que se incorporam fragmentos de tijolo. A argamassa a usar deve ser uma argamassa idêntica à recomendada para a 1ª camada dos revestimentos (ver 6.).

7.3.2 Reconstrução de toscos de paredes afectados

Os troços de parede a reconstruir serão de alvenaria similar à utilizada na construção existente, com juntas de argamassa idêntica à já descrita para os encasques (ítem anterior).

7.4 Sequência de operações a realizar

Os trabalhos de aplicação dos rebocos nas paredes, após o tratamento do suporte indicado em 7.3, devem incluir a seguinte sequência de operações:

- Execução de uma camada de emboço, com uma argamassa de traço volumétrico 1:0,5:3 (cal aérea : metacaulino : areia), mais fluida que o normal, lançada

vigorosamente sobre o suporte e bem apertada, mas deixada com superfície rugosa. Esta camada tem o objectivo de estabelecer a ligação ao suporte, homogeneizar a absorção de água evitando que a sucção excessiva do suporte provoque a dessecação da camada seguinte e iniciar a regularização da alvenaria.

- Após um intervalo de cerca de 1 semana, durante a qual deve ser feita uma cura por pulverização leve com água pelo menos uma vez por dia, execução da camada de reboco, com uma argamassa de traço volumétrico 1:0,5:3,5 (cal aérea : metacaulino : areia), com teor de água de amassadura suficiente para se obter uma boa trabalhabilidade, mas sem excesso, aplicada com uma espessura da ordem de 10 a 15 mm. Esta camada, que tem por objectivo regularizar a parede, deve ser bem apertada contra o suporte, mas ser deixada com uma superfície rugosa para facilitar a aderência da camada seguinte.
- Caso esta camada não seja suficiente para regularizar completamente a parede, não deve ser aumentada a espessura de aplicação, mas sim aplicada nova camada, após novo período de cura de cerca de 1 semana com pulverização leve com água pelo menos uma vez por dia. A nova camada terá constituição idêntica à anterior.
- Quando a parede for considerada regularizada, e após novo período de cura de cerca de 1 semana, aplicação da camada de acabamento, com constituição semelhante à camada de reboco, mas com agregado de granulometria mais fina (passado por um peneiro de 1 mm, ou outro, conforme a superfície pretendida) e com menor espessura (da ordem de 7 a 10 mm). Esta camada deve ser bem apertada e regularizada, para deixar um bom acabamento, que deve ser mais ou menos liso conforme o revestimento de acabamento final a realizar a seguir: muito liso se for deixado à vista; liso se for pintado com tinta de cal ou com tinta de silicatos; com alguma rugosidade se for acabado com um barramento de cal e pó de pedra colorido na massa.
- Esta camada deve ser sujeita a cerca de cura com pulverização leve e periódica com água durante 1 semana, no final da qual (excepto se tiver sido decidido deixá-la à vista) deve ser executada a aplicação do acabamento final, de um dos tipos referidos: pintura de cal ou de silicatos ou barramento colorido.

7.5 Outras condições

Os traços indicados pressupõem que a cal apagada se encontre em pó e que a areia esteja um pouco húmida, isto é, possua teor ponderal de água entre 3% e 6%.

A cal a usar nas argamassas deve ser de boa qualidade, comprovada através da realização de ensaios por uma entidade idónea.

As aplicações devem decorrer, na medida do possível, com condições climáticas moderadas: temperaturas médias e humidades relativas moderadas. Em qualquer caso, devem pelo menos ser respeitadas as seguintes condições mínimas: temperaturas não superiores a 30 °C e não inferiores a 5 °C; ausência de vento forte quente e seco; ausência de chuva contínua.

Em zonas onde a aderência ao suporte se verifique difícil pode ser usada uma rede metálica com as seguintes características: protecção anti-corrosiva, malha quadrada ou losangonar com abertura da ordem de 15 a 20 mm e espessura ou diâmetro de fio de cerca de 1 mm. A armadura a utilizar poderá ser, assim, uma rede de arame zincado soldado ou de aço distendido galvanizado com as dimensões referidas, ou outra de características pelo menos equivalentes.

A rede deve ser fixada ao suporte, depois de ter sido aplicado o salpico e depois de este ter concluído a sua secagem. A fixação far-se-á por pregagem, com pregos também protegidos contra a corrosão.

A rede deve ser fixada ao suporte, depois de ter sido aplicado o salpico e depois de este ter concluído a sua secagem. A fixação far-se-á por pregagem ou aparafusamento (parafusos expansivos ou parafusos a apertar em buchas) em pontos sólidos, ou tornados sólidos, do suporte. Estes pontos de fixação devem distar entre si de cerca de 350 mm.

A rede deve ir sendo esticada à medida que for sendo aplicada, podendo eventualmente para tal ser necessário recorrer à utilização de esticadores. As faixas contíguas da rede devem sobrepor-se em pelo menos 50 mm e serem unidas entre si por amarrações de arame de aço galvanizado de diâmetro próximo de 1 mm, espaçadas de 100 a 150 mm.

Quaisquer cortes praticados na rede devem ser acompanhados pela aplicação de tinta protectora nas superfícies de corte.

As pontas dos arames de amarração e os bordos da rede devem ser rebatidos para dentro para ficarem afastados do paramento do revestimento.

Os pregos, parafusos ou agrafos a utilizar, nomeadamente para fixação da rede metálica, devem ser de aço inoxidável ou de aço galvanizado.

O arame empregue para unir entre si as faixas contíguas da rede de metal distendido deve ser galvanizado e possuir diâmetro não inferior a 1,0 mm.

7.6 Aplicação de armaduras de reforço dos rebocos

Nas zonas mais sujeitas a fendilhação, como é o caso dos ângulos entre planos, da transição entre materiais de suporte diferentes e das zonas já fendilhadas do suporte, o reboco deverá ser armado, por incorporação de uma rede de fibra de vidro, com protecção anti-alkalina, com malha quadrada de cerca de 8 a 10 mm de dimensão e massa por unidade de superfície não inferior a 100 g/m². Esta armadura será aplicada entre duas demãos da camada de regularização, de acordo com a seguinte técnica:

- aplicação do emboço respeitando o especificado em 7.4;
- aplicação de uma 1ª demão da camada de reboco, respeitando o especificado em 7.4;
- aplicação da rede sobre esta camada ainda fresca, exercendo pressão com a talocha de forma a incorporá-la na espessura da argamassa;
- após secagem de algumas horas, para que se inicie o endurecimento, aplicação da 2ª demão da camada de reboco, que deverá ter espessura suficiente para dissimular completamente a rede;
- aplicação da camada de acabamento, respeitando o especificado em 7.4.

8 NOTA FINAL

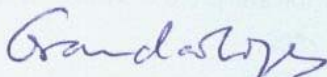
Os ensaios realizados tiveram a colaboração da Bolseira de Investigação Eng.^a Ana Fragata, da Estagiária Eng.^a Sofia Malanho e dos Técnicos de Apoio à Investigação Dora Santos e Bento Sabala (bolseiros) do Departamento de Edifícios do LNEC.

As autoras agradecem o particular empenho da Arquitecta Eunice Torres, da Câmara Municipal de Palmela, que acompanhou e registou cuidadosamente as aplicações realizadas.

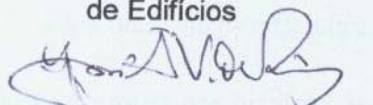
Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Junho de 2008.

VISTOS

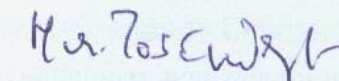
O Chefe do Núcleo de
Revestimentos e Isolamentos


Jorge Grandão Lopes

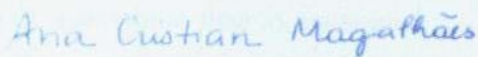
O Director do Departamento
de Edifícios


José A. Vasconcelos Paiva

AUTORIA


Maria do Rosário Veiga

Eng.^a Civil, Investigadora Principal


Ana Cristian Magalhães

Ana Cristian Magalhães
Eng.^a Civil, Estagiária do LNEC

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MAGALHÃES, Ana Cristian; VEIGA, M. Rosário – **Apoio às acções de conservação dos revestimentos exteriores dos edifícios do Centro Histórico de Palmela**. Diagnóstico e Recomendações Gerais. Lisboa: LNEC, Agosto de 2007. Relatório 268/2007 – NRI.
2. VEIGA, M. Rosário et al. – **Conservação e renovação de revestimentos de paredes de edifícios antigos**. Lisboa: LNEC, Julho de 2004. Colecção Edifícios, CED 9.
3. VELOSA, Ana; VEIGA, M. Rosário – **Uso de pozolanas como adições em argamassas de cal para reabilitação de edifícios antigos**. Lisboa: LNEC, Fevereiro de 2002. Relatório 02/02-NCCT.
4. VEIGA, M. Rosário; VELOSA, Ana; MAGALHÃES, Ana Cristian – **Experimental Applications of mortars with pozzolanic additions. Characterization and performance evaluation**. Construction and Building Materials, accepted for publication on 3rd December 2007.
5. VEIGA, M. Rosário – **Argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos. Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes**. Actas do 3º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa: LNEC, Maio de 2003.
6. VEIGA, M. Rosário; CARVALHO, Fernanda – **Experimental characterization of lime based rendering and repointing mortars. Definition of relevant laboratorial and in situ tests**. Comunicação convidada ao Workshop "Compatible materials for the protection of monuments", Atenas: National Technical University of Athens, Dezembro de 2000.
7. MAGALHÃES, Ana Cristian; VEIGA, M. Rosário; CARVALHO, Fernanda – **Diagnosis of anomalies of wall renderings. Experimental techniques for in situ application**. Proceedings of XXX IAHS World Congress on Housing, Coimbra: 9-13 Setembro de 2002.
8. MAGALHÃES, Ana Cristian; VEIGA, M. Rosário – **Comparison of "in situ" mechanical tests on masonry mortars: sphere impact and controlled penetration test**. Proceedings of Heritage, Weathering and Conservation (HWC-2006) Conference, Madrid: 21st - 24th June 2006.
9. BORRELLI, E. – **Conservation of Architectural heritage, historic structures and materials salts**. Rome: ICCROM, 1999.
10. MASSARI, Giovanni and Ippolito – **Damp Buildings. Old and new**. Roma: International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property (ICCROM), 1993.

11. HENRIQUES, Fernando M. A – **Humidade em paredes**. Lisboa: LNEC, 2001 (2ª edição).
12. MAGALHÃES, Ana Cristian – **Ficha de Ensaio de revestimentos de paredes FE Pa 39. Revestimentos de paredes. Ensaio absorção de água sob baixa pressão**. Lisboa: LNEC, Junho de 2002.
13. RILEM – **Water absorption under low pressure. Pipe method. Test N° II.4**, Tentative Recommendations. Paris: RILEM, 1980.
14. EUROPEAN COMMITTEE OF STANDARDIZATION (CEN) – **Methods of test for mortar for masonry – Part 12: Determination of the adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates**. Brussels: CEN, February 2000. EN 1015-12.
15. VEIGA, M. Rosário – **Proposition for the determination in situ of the adhesive strength of rendering and plastering mortars on their substrate**. Lisboa: LNEC, Janeiro de 2000. Proposta enviada à RILEM (documento não editado).
16. TEOTONICO, Jeanne Marie – **A laboratory manual for architectural conservators**. Roma: International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property (ICCROM), 1988.
17. VEIGA, M. Rosário; AGUIAR, J. – **Definição de estratégias de intervenção em revestimentos de edifícios antigos**. In 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Porto, FEUP, Março de 2003.

ANEXO I

Relatórios de acompanhamento das aplicações em painéis

(Arquitecta Eunice Torres)

RELATÓRIO 1ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 26-11-2007

As zonas onde serão aplicados os 4 painéis experimentais de argamassas propostas pelo LNEC foram previamente preparadas e tratadas:

- No caso do edifício 1, no Largo do Mercado, tornou-se necessária a remoção de toda uma camada de cerca de 2 a 3 cm de argamassa de cimento que havia sido aplicada anteriormente directamente sobre a alvenaria antiga. Após a picagem desta camada cimentícia, procedeu-se a uma limpeza geral com vista à eliminação de todo o material pulverulento ou solto e posteriormente a uma lavagem com água para humedecer o suporte convenientemente, de modo a evitar uma absorção excessiva de água de amassadura da argamassa a aplicar como novo revestimento.

- O edifício 2 apresenta mais de 80% da fachada desprovida de revestimento, com a alvenaria de pedra à vista. Nas áreas destinadas à aplicação dos painéis experimentais, havia vestígios pontuais de argamassa de cimento, pelo que a picagem necessária, ao contrário do edifício anterior, foi menor. A operação de limpeza do suporte, seguida de humedecimento do suporte, também se verificou, mas apenas muito pontualmente.

As condições climáticas neste dia foram muito favoráveis. A temperatura média rondava os 13 °C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase todo o dia, com pouca intensidade, como habitualmente acontece nesta altura do ano.

Ambas as fachadas apenas são ensolaradas a partir de meio da manhã (9h-10h) até sensivelmente às 13h-14h, pelo que se constata que a maior parte do tempo estão ensombradas.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. Realizou-se então a primeira camada de revestimento do primeiro painel experimental, com a argamassa tipo A. A sua aplicação foi feita de baixo para cima, mediante a projecção de pequenas porções de massa contra a parede, utilizando uma colher de pedreiro e uma talocha. Esta camada, de traço volumétrico 1:1:6, será seguida, na segunda fase, por uma outra de traço mais forte (1:2:9). A última camada de argamassa deste painel, a executar numa terceira fase, terá o traço de 1:3:12 e uma espessura aproximada de 3 a 5mm.

De seguida, procedeu-se à execução da argamassa pré-doseada (tipo D) para o painel 4. Dadas as condições climatéricas muito favoráveis, apenas foram necessários, para um saco de 30Kg de argamassa em pó, adicionar cerca de 6 litros a 6,5 litros de água, de modo a que o período de secagem correspondesse às 2 horas normais para uma camada deste tipo de argamassa. Caso contrário, adicionando os 7 litros, estas duas horas poderiam prolongar-se e não havia necessidade para tal.

A amassadura desta argamassa fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá. É um processo rápido, mas tão rápido quanto uma amassadura na betoneira de uma das outras argamassas. A particularidade desta argamassa pré-doseada, da marca “Weber”, reside na sua constituição “fibrosa”, detectável a olho nu, a qual, para a mão-de-obra especializada na aplicação “à colher” das argamassas convencionais, se revela mais difícil por uma falta de experiência. Isto significa que a aplicação da argamassa “Weber” acabou por ser mais demorada que as outras, talvez o dobro do tempo relativamente a estas. Finalmente, detectou-se também que a regularização desta argamassa não poderia ser feita com a talocha de face rugosa que habitualmente os pedreiros utilizam, porque acabava por “puxar” uma quantidade enorme de massa e ainda tornava mais rugosa a superfície. Para improvisar, a argamassa foi regularizada com a colher de pedreiro, morosamente.

Para a argamassa pré-doseada, conclui-se que são necessárias mais prática e uma talocha de face lisa para rentabilizar o tempo da sua aplicação. Como não havia mais material, o painel 4 do edifício 2 ficou agendado para a sessão seguinte, noutro dia.

A argamassa destinada ao Painel 2 é composta apenas por cal aérea hidratada e areia. Foi amassada na betoneira e aplicada de modo semelhante à argamassa tipo A do Painel 1. Destaque-se o pormenor de haver algumas zonas pontuais, como mostra a Figura 38, em que existe uma lacuna considerável na alvenaria de pedra. Haverá uma particular atenção ao comportamento da argamassa nestas zonas para aferir qual o seu desempenho, face a uma espessura considerável de 6 a 7 cm de argamassa, comparativamente aos 4 a 5cm da maioria da área do painel. Esta situação também se aplica ao Painel 3.

Nesta primeira sessão de aplicação das primeiras camadas de argamassa não se pôde realizar a do painel 3 em virtude de ainda não estar disponível um dos ingredientes – o metacaulino¹. Trata-se de um material comercializado actualmente apenas por uma fábrica (Cerâmica Condestável), o que revela a dificuldade da obtenção deste material. Uma outra fábrica (“Mibal – Minas de Barqueiros SA”), que explora um depósito mineral de caulino, do tipo sedimentar, localiza-se em Barqueiros, a cerca de 35 km a norte do Porto e também está a testar este produto, embora ainda não o comercialize.

Após a execução dos painéis do Edifício 1, realizaram-se os painéis 1 e 2 do Edifício 2, de modo idêntico ao primeiro. O painel 3 do Edifício 2 também não se realizou por já não haver material disponível para tal, ficando a sua execução adiada para a segunda sessão de trabalhos.

¹ O caulino (ou silicato básico de alumínio) é uma argila plástica branca purificada composta por caulinite, silicato de potássio e alumínio, feldspato e quartzo. Quando submetido a uma cozedura entre os 750°C e os 800°C. Caso se efectue uma cozedura adequada, este resulta numa forma amorfa não ordenada que apresenta elevada reactividade pozolânica.

A utilização de metacaulino como adição activa para argamassas tem como finalidade a produção de matéria cimentícia adicional através da reacção com o hidróxido de cálcio existente no cimento Portland originando deste modo uma estrutura mais compacta. Daqui resulta desde logo uma melhoria no desempenho da resistência mecânica assim como dos parâmetros de durabilidade.

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 1 - Preparação da área da fachada onde serão aplicados os painéis experimentais



Fig. 2 - Aspecto geral do suporte de alvenaria onde serão aplicados os painéis experimentais



Fig. 3 - Materiais necessários para a execução das argamassas (cal, areia, cimento) e equipamento



Fig. 4 - Três tipos de areia utilizados (da esquerda para a direita: grossa, fina e amarela grossa lavada)



Fig. 5 - Argamassa tipo A – aspecto final



Fig. 6 - Betoneira utilizada para amassadura



Fig. 7 - Início da aplicação da primeira camada de argamassa, de traço 1:1:6



Fig. 8 - Continuação dos trabalhos de aplicação da primeira camada



Fig. 9 - Pormenor do aspecto visual da argamassa de cimento branco, cal e areia (tipo A)



Fig. 10 - Primeira camada do painel 1 quase concluída



Fig. 11 - Pormenor do aspecto visual do reboco



Fig. 12 - Areia grossa com "goma"



Fig. 13 - Areia fina, siliciosa, de rio



Fig. 14 - Areia amarela grossa lavada da região (Quinta do Conde)



Fig. 15 - Saco de cal aérea hidratada em pó, saco de cimento II 32,5 branco, talocha e balde de 10 litros



Fig. 16 - Argamassa tipo D (pré-doseada) - Reboco mineral de regularização à base de cal, marca Weber



Fig. 17 - Início da execução da argamassa tipo D, pré-doseada, a aplicar no painel 4



Fig. 18 - Junção de 6-6,5l de água ao conteúdo de um saco de 30 kg



Fig. 19 - Início da amassadura manual, directamente no carrinho de mão



Fig. 20 - Amassadura para boa junção do pó com a água



Fig. 21 - Aspecto final da argamassa tipo D



Fig. 22 - Marcação dos limites do painel 4, para aplicação da argamassa tipo D



Fig. 23 - Aplicação da primeira camada de reboco



Fig. 24 - Regularização da camada de reboco, com uma ripa de madeira



Fig. 25 - Material excedente na ripa de madeira



Fig. 26 - Limpeza do material excedente



Fig. 27 - Retoques finais para eliminação de material excedente na camada



Fig. 28 - Aspecto final do painel 1 – Argamassa tipo A



Fig. 29 - Aspecto do suporte em alvenaria antiga do painel 2 – Argamassa tipo B



Fig. 30 - Aspecto do suporte em alvenaria antiga do painel 3 – Argamassa tipo C



Fig. 31 - Aspecto final do painel 4 – Argamassa tipo D



Fig. 32 - Pormenor de buraco preexistente tapado com cimento na zona inferior do painel 3



Fig. 33 - Pormenor de buraco pré-existente tapado com cimento na zona inferior do painel 2



Fig. 34 - Aspecto final da argamassa tipo B, destinada à primeira camada de revestimento do painel 2



Fig. 35 - Início da aplicação do reboco de traço 1:1,5:1,5 (cal, areia grossa e areia fina)



Fig. 36 - Início da aplicação da argamassa tipo B, de baixo para cima



Fig. 37 - Aspecto visual do painel 2, quase concluído



Fig. 38 - Pormenor de lacuna na alvenaria, com profundidade aproximada de 5-6 cm



Fig. 39 - Continuação da aplicação da primeira camada do painel 2



Fig. 40 - Aspecto final do painel 2 – Argamassa tipo B, ainda não regularizado



Fig. 41 - Aspecto final dos três painéis executados – 1, 2 e 4



Fig. 42 - Aspecto final do painel 2 – Argamassa tipo B, já regularizado



Fig. 43 - Aspecto do suporte em alvenaria antiga do painel 3



Fig. 44 - Aspecto final do painel 4, após cerca de 20 minutos de secagem

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 45 - Início da execução da primeira camada de argamassa, de traço 1:1:6 – Edifício 2



Fig. 46 - Início da execução da primeira camada de argamassa, de traço 1:1:6 – Edifício 2



Fig. 47 - Aplicação da primeira camada de argamassa do painel 1 – Edifício 2



Fig. 48 - Aspecto geral do suporte em alvenaria antiga do edifício 2



Fig. 49 - Aspecto final da argamassa do painel 2, de traço 1:1,5:1,5



Fig. 50 - Aspecto do suporte em alvenaria antiga do painel 2 – Argamassa tipo B



Fig. 51 - Aspecto final do painel 2 – Argamassa tipo B, já regularizado



Fig.52 - Aspecto final do painel 1 – Argamassa tipo A, já regularizado



Fig. 53 - Aspecto final dos painéis 1 e 2 – Argamassas tipo A e B, respectivamente

RELATÓRIO 2ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 10-12-2007

Quinze dias após a aplicação de algumas das primeiras camadas de argamassas (vd Relatório da 1ª sessão de trabalhos em 26-11-07), procedeu-se à continuação da aplicação de mais camadas.

Nesta sessão foram aplicadas a primeira camada da argamassa tipo C com metacaulino, cal e areia (painel 3) e as segundas camadas do painel 1, ou seja, da argamassa tipo B com cimento, cal e areia em ambos os edifícios. Foi também aplicada a primeira camada da argamassa tipo D, pré doseada, no painel 4. Tal como na primeira sessão, as condições atmosféricas eram normais e favoráveis para a aplicação de argamassa nos painéis. A temperatura média rondava os 13 °C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase todo o dia, com pouca intensidade.

Os trabalhos tiveram início no edifício 2. A primeira argamassa a ser aplicada foi a tipo D, pré-doseada. Na sessão anterior um saco foi suficiente para apenas um edifício, ficando a faltar matéria-prima para o edifício 2, neste caso. Assim, hoje aplicou-se esta argamassa, utilizando os mesmos procedimentos da primeira sessão. Dadas as condições climáticas igualmente muito favoráveis, apenas foram necessários, para um saco de 30 kg de argamassa em pó, adicionar cerca de 6 litros a 6,5 litros de água, de modo a que o período de secagem correspondesse às 2 horas normais para uma camada deste tipo de argamassa.

A amassadura desta argamassa fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá. Dada a aferição na sessão anterior de que a regularização desta argamassa não poderia ser feita com a talocha de face rugosa que habitualmente os pedreiros utilizam, porque acabava por “puxar” uma quantidade enorme de massa e ainda tornava mais rugosa a superfície, nesta aplicação utilizou-se uma talocha de face lisa.

De seguida aplicou-se a primeira camada da argamassa tipo C com metacaulino, cal e areia no Painel 3 do edifício 1, no Largo do Mercado. A amassadura da massa foi feita na betoneira e o traço utilizado foi 1:0,5:2,5 (1 porção de metacaulino, 0,5 de cal e aproximadamente 0,8 porções de cada areia). A água adicionada foi propositadamente em menor quantidade visto que o metacaulino tem muita tendência a fissurar caso a secagem seja muito rápida. Este motivo prende-se com o facto deste material apresentar características de ligante e de inerte em simultâneo, cujas propriedades não são quantificadas de modo exacto aquando da adição de componentes da argamassa.

Dada a pouca quantidade de água, a massa projectada na parede tinha dificuldade em aderir, tendo que ser aplicadas pequenas porções com a colher de pedreiro. Esta aplicação demorou assim mais tempo do que aquele gasto na aplicação de uma argamassa com a consistência considerada normal. Finalmente, a camada de reboco foi regularizada e nivelada com uma régua de madeira, que permitiu retirar a argamassa excedente que tornava a camada irregular.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo C no Painei 3 do edifício 2, desta vez com mais água adicionada, precisamente para se poder estabelecer uma comparação. Efectivamente a rapidez de aplicação foi maior e os resultados à *posteriori* foram melhores, no que respeita à fissuração verificada – neste edifício foi menor do que a que surgiu no edifício 1.

Pelas propriedades do material já referidas, a argamassa tipo C, com metacaulino, exige que seja feita uma molhagem com uma escova, sob a forma de salpicos, no mínimo de 24 em 24 horas, que foi sendo feita ao longo dos dias. Contudo, não se conseguiu evitar a ocorrência de alguma fissuração nos Painéis.



Fig. 1 - Betoneira utilizada para amassadura das argamassas



Fig. 2 - Saco de 30 kg de argamassa tipo D (pré-doseada), marca Weber



Fig. 3 - Sacos de Metacaulino ("Ecopozz") e de cal aérea hidratada



Fig. 4 - Endereço e contactos do fornecedor de Metacaulino - Cerâmica Condestável



Fig. 5 - Saco de cal aérea hidratada – 22 kg



Fig. 6 - Saco de cimento branco tipo II 32,5 branco (em baixo)



Fig. 7 - Areia amarela grossa lavada da região (Quinta do Conde)



Fig. 8 - Balde de 10 litros



Fig. 9 - Areia fina, siliciosa, de rio



Fig. 10 - Areia grossa com "goma"



Fig. 11 - Três tipos de areia utilizados na execução das camadas de reboco



Fig. 12 - Várias ferramentas: talochas, escova, esponja, nível, colher de pedreiro

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 13 - Início da execução da argamassa tipo D, pré-doseada, a aplicar no painel 4



Fig. 14 - Amassadura manual da argamassa tipo D



Fig. 15 - Aspecto visual da primeira camada aplicada em 26-12-2007



Fig. 16 - Aspecto visual da primeira camada de revestimento da argamassa tipo A



Fig. 17 - Fissura na mesma camada
(na ordem dos 3-4 mm)



Fig. 18 - Aspecto visual da primeira
camada de revestimento da
argamassa tipo B



Fig. 19 - Colocação de régua para
início da aplicação da primeira
camada do painel 4 – Argamassa tipo
D



Fig. 20 - Molhagem do suporte para
uma melhor aderência



Fig. 21 - Início da aplicação da
primeira camada, sobre o suporte
previamente regularizado



Fig. 22 - Continuação da aplicação da
argamassa, de baixo para cima



Fig. 23 - Continuação da aplicação da
argamassa, de baixo para cima



Fig. 24 - Continuação da aplicação da
argamassa, de baixo para cima



Fig. 25 - Retoques finais



Fig. 27 - Aspecto final do painel 4 –
Argamassa tipo D



Fig. 26 - Regularização da camada de
reboco, com uma ripa de madeira

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 28 - Aspecto visual do
Metacaulino



Fig. 29 - Início da execução da
argamassa tipo C, de traço 1:0,5:2,5
(metacaulino, cal e areia grossa e
fina)



Fig. 30 - Preparação da argamassa
tipo C para transporte até ao local de
aplicação



Fig. 31 - Aspecto visual da
argamassa tipo C



Fig. 32 - Um carrinho de mão – quantidade suficiente para uma camada de revestimento



Fig. 33 - Início da aplicação da argamassa tipo C



Fig. 34 - Continuação da aplicação da argamassa, de baixo para cima



Fig. 35 - Regularização da camada de reboco, com uma ripa de madeira



Fig. 36 - Aspecto final da argamassa tipo C



Fig. 37 - Aspecto final da argamassa tipo A



Fig. 38 - Aspecto final da argamassa tipo C



Fig. 39 - Aspecto final da argamassa tipo B



Fig. 40 - Aspecto final da argamassa tipo D



Fig. 41 - Início da execução da segunda camada de revestimento da argamassa tipo A na betoneira



Fig. 42 - Aspecto visual da argamassa tipo A (destinada à segunda camada)



Fig. 43 - Aspecto visual da argamassa tipo A (destinada à segunda camada)



Fig. 44 - Início da aplicação da segunda camada de revestimento, de traço 1:2:9, da argamassa tipo A



Fig. 45 - Aplicação da argamassa, de baixo para cima



Fig. 46 - Continuação da aplicação da argamassa



Fig. 47 - Regularização da camada de reboco, com uma ripa de madeira



Fig. 48 - Aspecto final da segunda camada da argamassa tipo A

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, N° 88



Fig. 49 - Aspecto visual da argamassa pré-doseada tipo D



Fig. 50 - Aspecto do suporte de alvenaria antiga destinado à aplicação da argamassa tipo C



Fig. 51 - Aspecto visual da argamassa pré-doseada tipo B



Fig. 52 - Aspecto visual da argamassa pré-doseada tipo A



Fig. 53 - Regularização da camada de revestimento após aplicação da segunda camada de revestimento, de traço 1:2:9, da argamassa tipo A, com uma ripa de madeira



Fig. 54 - Início da execução da argamassa tipo C, de traço 1:0,5:3,5 (metacaulino, cal e areia grossa e fina)



Fig. 55 - Suporte de alvenaria antiga destinado à aplicação da argamassa tipo C



Fig. 56 - Início da aplicação da primeira camada da argamassa tipo C (colocação de régua como bitola)



Fig. 57 - Aplicação da argamassa, de baixo para cima



Fig. 58 - Regularização da camada de reboco, com uma ripa de madeira



Fig. 59 - Retoques finais



Fig. 60 - Aspecto final dos quatro



Fig. 61 - Aspecto final da argamassa
tipo D



Fig. 63 - Aspecto final da argamassa
tipo B

painéis



Fig. 62 - Aspecto final da argamassa
tipo C



Fig. 64 - Aspecto final da argamassa
tipo A (segunda camada de
revestimento)

RELATÓRIO 3ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 11-12-2007

Nesta terceira sessão de trabalhos foram aplicadas as segundas camadas da argamassa tipo B, de cal e areia, nos painéis 2 de ambos os edifícios.

Tal como nas sessões anteriores, as condições atmosféricas eram normais e favoráveis para a aplicação de argamassa nos painéis. A temperatura média rondava os 13 °C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase toda a tarde, com pouca intensidade.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. Esta argamassa foi aplicada utilizando-se os mesmos procedimentos da primeira sessão, em que foi aplicada a primeira de cada painel 2. A amassadura fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá.

Finda a amassadura, aplicou-se então a segunda camada do painel 2 do edifício 1, no Largo do Mercado. O traço utilizado foi 1:1,5:1,5 (1 porção de cal, e uma porção e meia de cada tipo de areia). Após a aplicação da totalidade do painel, de baixo para cima, foi regularizada toda a superfície com uma régua de madeira, que permitiu retirar a argamassa excedente que tornava a camada irregular.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo B no painel 2 do edifício 2, seguindo todos os procedimentos adoptados para o edifício 1.

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 1 - Início da execução da segunda camada da argamassa tipo B – cal, areia grossa e areia fina rio



Fig. 2 - Adição de 1,5 baldes de cal



Fig. 3 - Amassadura manual



Fig. 4 - Adição de água à amassadura



Fig. 5 - Continuação da amassadura



Fig. 6 - Aspecto final da argamassa depois de amassada



Fig. 7 - Aspecto da argamassa tipo C após 24 horas



Fig. 8 - Fissuração da primeira camada da argamassa tipo C após 24 horas



Fig. 9 - Início da aplicação da segunda camada da argamassa tipo B



Fig. 10 - Aplicação de baixo para cima



Fig. 11 - Pequenas porções projectadas contra o suporte



Fig. 12 - Aspecto final da segunda camada da argamassa tipo B



Fig. 13 - Regularização da camada de reboco, com uma ripa de madeira (sentido vertical)



Fig. 14 - Regularização da camada de reboco, com uma ripa de madeira (sentido horizontal)



Fig. 15 - Eliminação de argamassa excedente com colher de pedreiro



Fig. 16 - Continuação da regularização da camada de reboco – eliminação de argamassa excedente



Fig. 17 - Continuação da regularização da camada de reboco – eliminação de argamassa excedente



Fig. 18 - Molhagem da argamassa tipo C (recomendável para evitar fissuração)



Fig. 19 - Continuação da molhagem da argamassa tipo C



Fig. 20 - Continuação da molhagem da argamassa tipo C



Fig. 21 - Aspecto final do painel 2 - Argamassa tipo B



Fig. 22 - Aspecto final do painel 1 - Argamassa tipo A



Fig. 23 - Aspecto final do painel 3 - Argamassa tipo C



Fig. 24 - Aspecto final do painel 4 - Argamassa tipo D



Fig. 25 - Pormenor da textura da argamassa tipo D



Fig. 26 - Pormenor da textura da argamassa tipo C



Fig. 27 - Pormenor da textura da argamassa tipo B



Fig. 28 - Pormenor da textura da argamassa tipo A

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 29 - Início da execução da segunda camada da argamassa tipo B – cal e areia



Fig. 30 - Amassadura manual no carrinho de mão



Fig. 31 - Continuação da amassadura



Fig. 32 - Aspecto final da argamassa tipo B, de traço 1:1,5:1,5 (idêntico ao da primeira camada já aplicada)



Fig. 33 - Molhagem do suporte para melhorar a aderência da camada a aplicar em seguida



Fig. 34 - Aspecto da argamassa tipo A – Painel 1



Fig. 35 - Aspecto da argamassa tipo B – Painel 2



Fig.36 - Aspecto da argamassa tipo C – Painel 3



Fig. 37 - Aspecto da argamassa tipo D – Painel 4



Fig.38 - Aplicação da segunda camada da argamassa do painel B



Fig. 39 - Finalização da aplicação da segunda camada da argamassa do painel B



Fig.40 - Retoques finais



Fig. 41 - Regularização da camada de argamassa aplicada, com uma régua de madeira



Fig.42 - Molhagem da camada de argamassa tipo C – Painel 3



Fig. 43 - Aspecto final da argamassa tipo C – Painei 3, após 24 horas da sua aplicação



Fig.44 - Aspecto final da argamassa tipo D – Painei 4, após 16 dias da sua aplicação



Fig. 45 - Aspecto final da argamassa tipo B – Painei 2, após 16 dias da sua aplicação



Fig.46 - Aspecto final da argamassa tipo A – Painei 1, após 15 dias da sua aplicação



Fig. 47 - Aspecto da textura da argamassa tipo A



Fig.48 - Aspecto da textura da argamassa tipo B



Fig. 49 - Aspecto da textura da argamassa tipo C



Fig.50 - Aspecto da textura da argamassa tipo D

RELATÓRIO 4ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 14-12-2007

Nesta quarta sessão de trabalhos foram aplicadas as terceiras e últimas camadas da argamassa tipo A, de cimento, cal e areia, nos painéis 1 de ambos os edifícios.

Tal como nas sessões anteriores, as condições atmosféricas eram normais e favoráveis para a aplicação de argamassa nos painéis. A temperatura média rondava os 14 °C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase toda a tarde, com pouca intensidade.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. Esta argamassa foi aplicada utilizando-se os mesmos procedimentos da primeira e da segunda sessões, em que foram aplicadas, respectivamente, a primeira e a segunda camadas de cada painel 2. A amassadura fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá.

Finda a amassadura, aplicou-se então a terceira camada do painel 1 do edifício 1, no Largo do Mercado. O traço utilizado foi 1:3:12 (uma porção (ou balde) de cimento, três porções de cal e quatro porções de cada um dos três tipos de areia)². Após a aplicação da totalidade do painel, de baixo para cima, foi regularizada toda a superfície com uma régua de madeira, que permitiu retirar a argamassa excedente que tornava a camada irregular e uniformizá-la para uma espessura de 4-5mm.

De seguida toda a superfície foi afagada com uma talocha, pressionada com bastante força contra a camada para “apertar” muito bem a argamassa, segundo movimentos circulares sucessivos. Para finalizar, passou-se com uma esponja humedecida para tornar ainda mais regular e homogénea, isto é, mais lisa, a textura desta camada de acabamento do reboco.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo B no painel 2 do edifício 2, seguindo todos os procedimentos adoptados para o edifício 1.

Ambos os painéis 1 dos edifícios ficaram finalizados neste dia, com uma espessura total aproximada de 2,5 – 3 cm. O acompanhamento dos painéis, com uma duração de 90 dias após o término de cada um destes, será quinzenal. De quinze em quinze dias serão tiradas fotografias para registo da evolução do comportamento das argamassas.

² Dada a exagerada quantidade de matéria-prima com estas porções e visto que se trata de uma camada de acabamento mais fina, que implica menor quantidade de argamassa, optou-se por fazer o traço 0,5;1,5;6, correspondente a metade do volume de massa. No final, esta quantidade foi suficiente para as duas terceiras camadas de cada um dos dois edifícios.

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 1 - Início da execução da 3ª camada da argamassa tipo A, de traço 1:3:12 – painel 1



Fig. 2 - Adição de água à amassadura



Fig. 3 - Adição de mais água à amassadura



Fig. 4 - Amassadura manual da argamassa



Fig. 5 - Aspecto final da segunda camada de argamassa do painel 1, após 4 dias da sua aplicação



Fig. 6 - Início da aplicação da terceira camada de argamassa tipo A – painel 1 (de baixo para cima)



Fig. 7 - Após a aplicação, regularização da camada de argamassa com régua da



Fig. 8 - Regularização da camada de argamassa com talocha

madeira



Fig. 9 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares

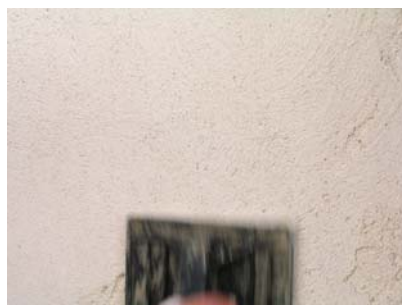


Fig. 10 - Aspecto liso da textura da argamassa, depois de regularizada com talocha



Fig. 11 - Depois de regularizada a camada aplicada, molhagem para secagem moderada



Fig. 12 - Regularização final com talocha



Fig. 13 - Nova molhagem da camada



Fig. 14 - Regularização final com talocha



Fig. 15 - Terceira camada do painel 1 - 4-5 mm de espessura



Fig. 16 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 17 - Aspecto do painel 1 finalizado –
Argamassa tipo A (espessura total
aproximada = 2,5 – 3cm)



Fig. 18 - Pormenor de fissuração da
primeira camada da argamassa tipo C –
painel 3



Fig. 19 - Pormenor de fissuração
concêntrica da primeira camada da
argamassa tipo C – painel 3



Fig. 20 - Molhagem da argamassa tipo C –
painel 3



Fig. 21 - Aspecto do painel 1 finalizado –
Argamassa tipo A



Fig. 22 - Pormenor da textura da
argamassa tipo A - painel 1

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 23 - Regularização da 3ª camada de argamassa do painel 1, após aplicada



Fig. 24 - Aspecto da argamassa tipo C – painel 3, apresentando alguma fissuração



Fig. 25 - Aspecto da argamassa tipo C – painel 3, apresentando alguma fissuração



Fig. 26 - Regularização da terceira camada de argamassa tipo A com talocha – painel 1 (de baixo para cima)



Fig. 27 - Continuação da regularização da terceira camada de argamassa tipo A



Fig. 28 - Finalização da regularização da terceira camada de argamassa tipo A



Fig. 29 - Terceira camada do painel 1 - 4-5 mm de espessura



Fig. 30 - Retoques finais com colher de pedreiro



Fig. 31 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 32 - Aspecto da argamassa tipo D – painel 4, 3 dias após a sua aplicação



Fig. 33 - Aspecto da argamassa tipo C – painel 3, 3 dias após a sua aplicação



Fig. 34 - Aspecto da argamassa tipo B – painel 2, 16 dias após a sua aplicação



Fig. 35 - Aspecto da argamassa tipo A – painel 1, finalizada a sua aplicação



Fig. 36 - Molhagem da argamassa tipo C – painel 3



Fig. 37 - Aspecto da argamassa tipo B – painel 2, 16 dias após a sua aplicação



Fig. 38 - Aspecto do painel 1 finalizado – Argamassa tipo A (início da secagem)



Fig. 39 - Aspecto da argamassa tipo D –
painel 4, 3 dias após a sua aplicação



Fig. 40 - Aspecto da argamassa tipo C–
painel 3, 3 dias após a sua aplicação



Fig. 41 - Aspecto da argamassa tipo B –
painel 2, 16 dias após a sua aplicação



Fig. 42 - Aspecto do painel 1 finalizado –
Argamassa tipo A, 1 hora após a sua
aplicação

RELATÓRIO 5ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 23-12-2007

Nesta quinta sessão de trabalhos foram aplicadas as terceiras e últimas camadas da argamassa tipo B (de cal e areia) e as segundas camadas da argamassa tipo C (com metacaulino), nos painéis 2 e 3, respectivamente, de ambos os edifícios.

Tal como nas sessões anteriores, as condições atmosféricas eram normais e favoráveis para a aplicação de argamassa nos painéis. A temperatura média rondava os 14 °C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase toda a tarde, com pouca intensidade.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. Esta camada de argamassa foi aplicada utilizando-se os mesmos procedimentos da primeira e da segunda sessões, em que foram aplicadas, respectivamente, a primeira e a segunda camadas de cada painel 2. A amassadura fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá.

Finda a amassadura, aplicou-se então a terceira camada do painel 2 do edifício 1, no Largo do Mercado. O traço utilizado foi 1:1,5:1,5 (uma porção - ou balde - de cal, um balde e meio de cada um dos três tipos de areia). Após a aplicação da totalidade do painel, de baixo para cima, foi regularizada toda a superfície com uma régua de madeira, que permitiu retirar a argamassa excedente que tornava a camada irregular e uniformizá-la para uma espessura de 2-3mm.

De seguida toda a superfície foi afagada com uma talocha, pressionada com bastante força contra a camada para “apertar” muito bem a argamassa, segundo movimentos circulares sucessivos e desde a zona superior do painel para a inferior. Para finalizar, passou-se com uma esponja humedecida para tornar ainda mais regular e homogénea, isto é, mais lisa, a textura desta camada de acabamento do reboco.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo B no Painel 2 do edifício 2, seguindo todos os procedimentos adoptados para o edifício 1.

Ambos os painéis 2 dos edifícios ficaram finalizados neste dia, com uma espessura total aproximada de 2,5 – 3 cm. O acompanhamento dos painéis, com uma duração de 90 dias após o término de cada um destes, será quinzenal. De quinze em quinze dias serão tiradas fotografias para registo da evolução do comportamento das argamassas.

De seguida foram aplicadas as segundas camadas da argamassa tipo C, com cal, areia e metacaulino nos painéis 3 de ambos os edifícios.

Esta camada de argamassa foi aplicada utilizando-se os mesmos procedimentos da primeira sessão, em que foi aplicada a primeira camada de cada painel 3. A amassadura fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá.

Finda a amassadura, aplicou-se então a segunda camada do painel 3 do edifício 1, no Largo do Mercado. O traço utilizado foi 1:0,5:3,5 (uma porção - ou balde - de cal, meio balde de metacaulino e 1,15 de cada um dos três tipos de areia). Após a aplicação da totalidade do painel, de baixo para cima, foi regularizada toda a superfície com uma régua de madeira, que permitiu retirar a argamassa excedente que tornava a camada irregular e uniformizá-la para uma espessura de 4-5mm.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo C no painel 3 do edifício 2, seguindo todos os procedimentos adoptados para o edifício 1.

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 1 - Início da execução da 3ª camada da argamassa de cal e areia tipo B, de traço 1:1,5:1,5 – Painel 2



Fig. 2 - Adição de um balde cal, um balde e meio de cada tipo de areia



Fig. 3 - Amassadura manual da argamassa



Fig. 4 - Adição de água



Fig. 5 - Continuação da amassadura manual da argamassa



Fig. 6 - Aspecto final da primeira camada de argamassa do painel 4, cerca de 2 meses após a sua aplicação



Fig. 7 - Aspecto final da terceira camada de argamassa do painel 1, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 8 - Aspecto final da segunda camada de argamassa do painel 2, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 9 - Aspecto final da primeira camada de argamassa do painel 3, cerca de 2 meses após a sua aplicação



Fig. 10 - Início da aplicação da terceira e última camada da argamassa tipo B do painel 2



Fig. 11 - Início da aplicação da terceira camada de argamassa tipo B – Painel 2 (de baixo para cima)



Fig. 12 - Continuação da aplicação da camada de argamassa



Fig. 13 - Continuação da aplicação da camada de argamassa



Fig. 14 - Após a aplicação, regularização da camada de argamassa com régua da madeira



Fig. 15 - Regularização da camada de argamassa com régua da madeira (continuação)



Fig. 16 - Retoques finais



Fig. 17 - Regularização da camada de argamassa com talocha



Fig. 18 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 19 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 20 - Aspecto do painel 2 finalizado – Argamassa tipo B (espessura total aproximada = 2,5 – 3cm)

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 21 - Início da execução da 3ª camada da argamassa de cal e areia tipo B, de traço 1:1,5:1,5 – Painel 2



Fig. 22 - Junção de um balde e meio de areia grossa à mesma quantidade de areia fina



Fig. 23 - Junção de um balde de cal



Fig. 24 - Junção de um balde e meio de areia com goma



Fig. 25 - Materiais antes da amassadura manual



Fig. 26 - Amassadura manual da argamassa



Fig. 27 - Buraco para adicionar água à mistura



Fig. 28 - Adição de água



Fig. 29 - Continuação da amassadura



Fig. 30 - Aspecto final da terceira camada de argamassa do painel 1, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 31 - Aspecto final da segunda camada de argamassa do painel 2, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 32 - Aspecto final da primeira camada de argamassa do painel 3, cerca de 2 meses após a sua aplicação



Fig. 33 - Aspecto final da primeira camada de argamassa do painel 4, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 34 - Início da aplicação da terceira e última camada da argamassa tipo B do painel 2



Fig. 35 - Continuação da aplicação da camada de argamassa



Fig. 36 - Conclusão da aplicação da camada de argamassa



Fig. 37 - Após a aplicação, regularização da camada de argamassa com régua da madeira



Fig. 38 - Regularização da camada de argamassa com régua da madeira (continuação)



Fig. 39 - Regularização da camada de argamassa com talocha



Fig. 40 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 41 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 42 - Continuação do humedecimento da camada de argamassa aplicada



Fig. 43 - Aspecto do painel 2 finalizado – Argamassa tipo B (espessura total aproximada = 2,5 – 3cm)

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 44 - Início da execução da 2ª camada da argamassa de metacaulino tipo C, de traço 1:0,5:3,5



Fig. 45 - Junção de um balde de cal



Fig. 46 - Junção de 1,15 baldes de areia grossa e de meio balde de metacaulino



Fig. 47 - Início da amassadura manual



Fig. 48 - Junção de água



Fig. 49 - Continuação da amassadura



Fig. 50 - Aspecto final da argamassa tipo C



Fig. 51 - Início da aplicação da segunda camada do painel 3, de baixo para cima



Fig. 52 - Continuação da aplicação da segunda camada do painel 3



Fig. 53 - Conclusão da aplicação da segunda camada do painel 3



Fig. 54 - Após a aplicação da camada, regularização com régua de madeira



Fig. 55 - Argamassa excedente retirada para o carrinho de mão



Fig. 56 - Retoques finais



Fig. 57 - Aspecto final da terceira camada de argamassa do painel 1, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 58 - Aspecto final da segunda camada de argamassa do painel 2, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 59 - Aspecto final da segunda camada de argamassa do painel 3



Fig. 60 - Aspecto final da primeira camada de argamassa do painel 4, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 61 - Aspecto geral dos quatro painéis em 23-01-2008

Edifício 2 – Rua Contra Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 62 - Aspecto final da segunda camada de argamassa do painel 3



Fig. 63 - Aspecto final da primeira camada de argamassa do painel 4, cerca de 6 semanas após a sua aplicação



Fig. 64 - Aspecto final do painel 2 – Argamassa tipo B



Fig. 65 - Aspecto final do painel 1 – Argamassa tipo A

RELATÓRIO 6ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 24-12-2007

Nesta sexta sessão de trabalhos foram aplicadas as terceiras e últimas camadas da argamassa tipo C, de cal, metacaulino e areia, nos painéis 3 de ambos os edifícios.

Tal como nas sessões anteriores, as condições atmosféricas eram normais e favoráveis para a aplicação de argamassa nos painéis. A temperatura média rondava os 15° C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase toda a tarde, com pouca intensidade.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. Esta argamassa foi aplicada utilizando-se os mesmos procedimentos da primeira e da segunda sessões, em que foram aplicadas, respectivamente, a primeira e a segunda camadas de cada painel 3. A amassadura fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá.

Finda a amassadura, aplicou-se então a terceira camada do painel 3 do edifício 1, no Largo do Mercado. O traço utilizado foi 1:0,5:3,5 (uma porção - ou balde - de cal, meio balde de metacaulino e 1,15 de cada um dos três tipos de areia). Após a aplicação da totalidade do painel, de baixo para cima, foi regularizada toda a superfície com uma régua de madeira, que permitiu retirar a argamassa excedente que tornava a camada irregular e uniformizá-la para uma espessura de 3-4mm. Este traço resultou bem na segunda camada e optou-se por mantê-lo nesta última dosagem.

De seguida toda a superfície foi afagada com uma talocha, pressionada com bastante força contra a camada para “apertar” muito bem a argamassa, segundo movimentos circulares sucessivos. Para finalizar, passou-se com uma esponja humedecida para tornar ainda mais regular e homogénea, isto é, mais lisa, a textura desta camada de acabamento do reboco.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo C no painel 3 do edifício 2, seguindo todos os procedimentos adoptados para o edifício 1.

Ambos os painéis 3 dos edifícios ficaram finalizados neste dia, com uma espessura total aproximada de 2,5 – 3 cm. O acompanhamento dos painéis, com uma duração de 90 dias após o término de cada um destes, será quinzenal. De quinze em quinze dias serão tiradas fotografias para registo da evolução do comportamento das argamassas.

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 1 - Início da execução da 3ª camada da argamassa de cal e metacaulino, de traço 1:0,5:3,5 – Painei 3



Fig. 2 - Amassadura manual da argamassa



Fig. 3 - Continuação da amassadura manual da argamassa



Fig. 4 - Início da aplicação da terceira e última camada da argamassa tipo C



Fig. 5 - Continuação da aplicação da camada de argamassa



Fig. 6 - Continuação da aplicação da camada de argamassa com régua de madeira



Fig. 7 - Depois de finalizada a aplicação, regularização da camada



Fig. 8 - O excedente de argamassa é depositado no carrinho de mão, constituindo desperdício



Fig. 9 - Continuação da regularização da camada de argamassa com régua de madeira



Fig. 10 - Regularização da camada de argamassa com talocha



Fig. 11 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 12 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 13 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 14 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 15 - Aspecto do painel 3 finalizado – Argamassa tipo C (espessura total aproximada 2,5 – 3 cm)



Fig. 16 - Aspecto final do Painel 1



Fig. 17 - Aspecto final do painel 2



Fig. 18 - Aspecto final do painel 3



Fig. 19 - Aspecto final do painel 4



Fig. 20 - Vista geral dos 4 painéis finalizados



Fig. 21 - Aspecto da textura do painel 4



Fig. 22 - Aspecto da textura do painel 3



Fig. 23 - Aspecto da textura do painel 2



Fig. 24 - Aspecto da textura do painel 1

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 25 - Início da execução da 3ª camada da argamassa de cal e metacaulino, de traço 1:0,5:3,5 – Painel 3



Fig. 26 - Junção de água à amassadura da argamassa



Fig. 27 - Amassadura manual da argamassa



Fig. 28 - Argamassa finalizada, pronta a aplicar



Fig. 29 - Início da aplicação da argamassa, de baixo para cima



Fig. 30 - Continuação da aplicação da camada final de argamassa



Fig. 31 - Continuação da aplicação da camada final de argamassa



Fig. 32 - Continuação dos trabalhos



Fig. 33 - Aplicação da camada finalizada



Fig. 34 - Após a aplicação, regularização da camada de argamassa com régua da madeira



Fig. 35 - Continuação da regularização da camada de argamassa



Fig. 36 - O excedente de argamassa é depositado no carrinho de mão, constituindo desperdício



Fig. 37 - Início do “aperto” da camada final de argamassa



Fig. 38 - Regularização da camada de argamassa com talocha, com movimentos circulares



Fig. 39 - Continuação da regularização da camada de argamassa com talocha



Fig. 40 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 41 - Continuação do alisamento final da camada, com esponja humedecida



Fig. 42 - Aspecto final do painel 1



Fig. 43 - Aspecto final do painel 2



Fig. 44 - Aspecto final do painel 3



Fig. 45 - Aspecto final do painel 4



Fig. 46 - Aspecto da textura do painel 4



Fig. 47 - Aspecto da textura do painel 3



Fig. 48 - Aspecto da textura do painel 2



Fig. 49 - Aspecto da textura do painel 1

RELATÓRIO 7ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 29-01-2008

Nesta sétima sessão de trabalhos foram aplicadas as segundas camadas da argamassa tipo D, pré-doseada, nos Painéis 4 de ambos os edifícios. A aplicação desta camada seria desnecessária caso a superfície da primeira camada tivesse sido devidamente regularizada com uma talocha lisa de aço aquando da sua aplicação. Por falta de indicações e de acompanhamento técnico pela marca Weber, ausente durante todo o processo, verificou-se agora a necessidade de aplicar uma camada de argamassa pré-doseada “Tradition” (reboco mineral de regularização à base de cal) para regularizar a superfície existente com uma talocha de aço e permitir assim a aplicação da camada final de acabamento Weber “Kal” (revestimento mineral colorido à base de cal).

Esta camada foi aplicada de modo diferente, visto que na primeira ter-se-á projectado fortemente a massa contra a parede, utilizando a colher de pedreiro, e agora cada porção de massa foi aplicada directamente no suporte pressionando a talocha lisa de aço contra a parede, de baixo para cima. Este método de aplicação é semelhante ao da aplicação do estuque.

Tal como nas sessões anteriores, as condições atmosféricas eram normais e favoráveis para a aplicação de argamassa nos painéis. A temperatura média rondava os 14 °C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase toda a tarde, com pouca intensidade.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. Esta argamassa foi aplicada utilizando-se os novos procedimentos já referidos. A amassadura fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá. Para um saco de 30 kg foram igualmente adicionados 6,5 litros de água, tal como se procedeu para a amassadura da primeira camada aplicada.

Finda a amassadura, aplicou-se então a segunda camada do painel 4 do edifício 1, no Largo do Mercado. Após a aplicação da totalidade do painel, de baixo para cima, foram aplicados pequenos retoques com a colher de pedreiro para colmatar irregularidades mínimas da superfície.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo D no painel 4 do edifício 2, seguindo-se todos os procedimentos adoptados para o edifício 1.

A oitava e última sessão ficou agendada para o dia seguinte, para permitir que as camadas aplicadas hoje sequem adequadamente.

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 1 - Início da execução da 3ª camada da argamassa de cal e metacaulino, de traço 1:0,5:3,5 – Painel 3



Fig. 2 - Amassadura manual da argamassa



Fig. 3 - Continuação da amassadura manual da argamassa



Fig. 4 - Início da aplicação da terceira e última camada da argamassa tipo C



Fig. 5 - Continuação da aplicação da camada de argamassa



Fig. 6 - Continuação da aplicação da camada de argamassa com régua de madeira



Fig. 7 - Depois de finalizada a aplicação, regularização da camada



Fig. 8 - O excedente de argamassa é depositado no carrinho de mão, constituindo desperdício



Fig. 9 - Continuação da regularização da camada de argamassa com régua de madeira



Fig. 10 - Regularização da camada de argamassa com talocha



Fig. 11 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 12 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 13 - Continuação dos trabalhos, pressionando com a talocha com movimentos circulares



Fig. 14 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 15 - Aspecto do painel 3 finalizado – Argamassa tipo C (espessura total aproximada = 2,5 – 3cm)



Fig. 16 - Aspecto final do painel 1



Fig. 17 - Aspecto final do painel 2



Fig. 18 - Aspecto final do painel 3



Fig. 19 - Aspecto final do painel 4



Fig. 20 - Vista geral dos 4 painéis finalizados



Fig. 21 - Aspecto da textura do painel 4



Fig. 22 - Aspecto da textura do painel 3



Fig. 23 - Aspecto da textura do painel 2



Fig. 24 - Aspecto da textura do painel 1

Edifício 2 – Rua Contra-Almirante Jaime Afreixo, Nº 88



Fig. 25 - Início da execução da 3ª camada da argamassa de cal e metacaulino, de traço 1:0,5:3,5 – painel 3



Fig. 26 - Junção de água à amassadura da argamassa



Fig. 27 - Amassadura manual da argamassa



Fig. 28 - Argamassa finalizada, pronta a aplicar



Fig. 29 - Início da aplicação da argamassa, de baixo para cima



Fig. 30 - Continuação da aplicação da camada final de argamassa



Fig. 31 - Continuação da aplicação da camada final de argamassa



Fig. 32 - Continuação dos trabalhos



Fig. 33 - Aplicação da camada finalizada



Fig. 34 - Após a aplicação, regularização da camada de argamassa com régua da madeira



Fig. 35 - Continuação da regularização da camada de argamassa



Fig. 36 - O excedente de argamassa é depositado no carrinho de mão, constituindo desperdício



Fig. 37 - Início do “aperto” da camada final de argamassa



Fig. 38 - Regularização da camada de argamassa com talocha, com movimentos circulares



Fig. 39 - Continuação da regularização da camada de argamassa com talocha



Fig. 40 - Passagem com esponja humedecida para alisar a camada de argamassa



Fig. 41 - Continuação do alisamento final da camada, com esponja humedecida



Fig. 42 - Aspecto final do painel 1



Fig. 43 - Aspecto final do painel 2



Fig. 44 - Aspecto final do painel 3



Fig. 45 - Aspecto final do painel 4



Fig. 46 - Aspecto da textura do painel 4



Fig. 47 - Aspecto da textura do painel 3



Fig. 48 - Aspecto da textura do painel 2



Fig. 49 - Aspecto da textura do painel 1

RELATÓRIO 8ª SESSÃO da realização dos painéis experimentais em 30-01-2008

Nesta oitava e última sessão de trabalhos foram aplicadas as terceiras e últimas camadas, pré-doseadas, dos painéis 4 de ambos os edifícios. O tempo de secagem das camadas de reboco aplicadas no dia anterior ronda as 2 h em condições favoráveis. Optou-se por aplicar já, passadas 24 horas, um material de acabamento da mesma marca (produto Weber “Kal” - revestimento mineral colorido à base de cal), para se observar qual o resultado final, em termos de comportamento do material e da textura.

Tal como nas sessões anteriores, as condições atmosféricas eram normais e favoráveis para a aplicação de argamassa nos painéis. A temperatura média rondava os 15 °C, não choveu e a humidade presente era quase nula. O sol brilhou durante quase toda a manhã, com pouca intensidade.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. A amassadura fez-se manualmente, directamente no carrinho de mão com uma pá. Segundo indicações do técnico da Weber, seria necessário um litro de água para cerca de 2 kg de produto “Kal” em pó. Contudo, como mostra a Figura 7, tal quantidade de água não se revelou suficiente para permitir que a pasta ficasse em condições aceitáveis de manuseamento. Por isso, adicionou-se mais 0,5 litros de água, o que permitiu obter uma textura e uma consistência adequadas para a aplicação do material (Figura 9).

Finda a amassadura, aplicou-se então a terceira e última camada do painel 4 do edifício 1, no Largo do Mercado. Esta camada, tal como a anterior, foi aplicada de modo diferente, isto é, directamente no suporte pressionando a talocha lisa de aço contra a parede, de baixo para cima. Este método de aplicação é semelhante ao da aplicação do estuque.

Os trabalhos tiveram início no edifício 1. Esta massa foi aplicada utilizando-se os novos procedimentos já referidos. Após a aplicação da totalidade do painel, de baixo para cima, foram aplicados pequenos retoques com a colher de pedreiro para colmatar irregularidades mínimas da superfície.

Para finalizar, passou-se com uma esponja humedecida para tornar ainda mais regular e homogénea, isto é, mais lisa, a textura desta camada de acabamento do reboco.

Por último, aplicou-se uma camada idêntica do tipo D no painel 4 do edifício 2, seguindo-se todos os procedimentos adoptados para o edifício 1.

Ambos os painéis 4 dos edifícios ficaram finalizados neste dia, com uma espessura total aproximada de 2,5 – 3cm.

A oitava e última sessão marcou o fim dos trabalhos de aplicação das argamassas dos vários painéis. O acompanhamento destes, com uma duração de 90 dias após o término da sua aplicação, será quinzenal. De quinze em quinze dias serão tiradas fotografias para registo da evolução do comportamento das argamassas.

Ambos os painéis 1 dos edifícios ficaram finalizados neste dia, com uma espessura total aproximada de 2,5 – 3 cm. O acompanhamento dos painéis, com uma duração de 90 dias após o término de cada um destes, será quinzenal. De quinze em quinze dias serão tiradas fotografias para registo da evolução do comportamento das argamassas.

Edifício 1 – Largo do Mercado



Fig. 1 - Início da execução da 3ª e última camada (acabamento) da Weber – Painei

4



Fig. 2 - Ferramentas utilizadas (talocha de aço, esponja, colher de pedreiro)



Fig. 3 - Acabamento final em pó, cor “pêssego”, ao qual se adicionará água para amassadura



Fig. 4 - Dada a escassa quantidade de material, um balde de 10 l, limpo, foi suficiente para esta aplicação



Fig. 5 - Junção de 1 litro de água
(recomendado pelo técnico comercial da
Weber)



Fig. 6 - Amassadura manual da massa de
acabamento



Fig. 7 - Um litro de água não foi suficiente
para finalizar adequadamente a
amassadura



Fig. 8 - Adicionou-se cerca de 0,5l de
água



Fig. 9 - Textura final da massa, com
consistência adequada para iniciar a
aplicação



Fig. 10 - Início da aplicação da camada da
massa, com uma talocha lisa de aço



Fig. 11 - Continuação da aplicação da
camada de argamassa, com uma
espessura aproximada de 2 mm



Fig. 12 - Continuação da aplicação da
camada de argamassa, de baixo para
cima



Fig. 13 - Camada aplicada na totalidade



Fig. 14 - Aspecto final do Painel 4, antes da passagem com uma esponja humedecida



Fig. 15 - Pormenor da textura da camada aplicada



Fig. 16 - Passagem com uma esponja humedecida para regularização da superfície



Fig. 17 - Aspecto do painel 4, finalizado