

## Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade para Projeto de Engenharia

### Obras de Instalação de Azulejos para Revestimento de Parede Interior

#### 1. Generalidades e Campo de Aplicação

Os trabalhos de instalação do revestimento das paredes interiores com azulejos são, de modo geral, uma forma de decoração tradicional e técnica decorativa.

Existe vários tipos de revestimento de azulejos das paredes interiores, com diferentes sistemas e formatos.

Nesta secção enfatiza nos trabalhos de instalação pelo método molhado para revestimento de azulejos cerâmicos (telha cerâmica) ou mosaico de vidro, instalado na camada da argamassa de cimento e areia. A fim de minimizar acidentes de queda de azulejos das paredes internas após revestimento, é necessário garantir o controlo de qualidade do material, execução e receção.

Em geral, a parede é preparada através cimento lançado para aderência ("spatter dash") e/ou agente adesiva para a colocação de adesivo líquido ou pasta de argamassa de cimento. Como a segurança e a qualidade de paredes dependem na qualidade dos constituintes, a execução de paredes devem ser monitorizados e com materiais devidamente ensaiadas no fim de garantir os requisitos do projecto e relativas especificações técnicas.

#### 2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade de Projeto de Engenharia

De acordo com os requisitos dos cadernos de encargos, no decorrer da etapa de instalação, os documentos abaixo referidos devem ser submetidos para aprovação ou registo:

Antes da execução

[Material do revestimento]

Em geral, os azulejos (incluindo revestimentos em cerâmico e mosaicos) para revestimento de parede interiores devem estar de acordo com os requisitos de GB/T4100[1] · ISO13006[2] · BS5385[3] ou EN14411[4], com as seguintes descrições:

##### Azulejos cerâmicos / Mosaicos de vidro

- ✓ Certificados de produto do material de azulejos/mosaicos de vidro  
Os materiais de azulejos cerâmicos/mosaicos de vidro acima referidas devem estar de acordo com os requisitos dos cadernos de encargos, e devem incluir as seguintes informações:
  - Certificado de qualidade e relatório de inspeção de aceitação da fábrica;
  - Informações básicas dos materiais (tipo, modelo, cor, padrão, etc);
  - Dimensão e qualidade de revestimento, incluindo comprimento, largura, espessura, corte dos cantos, regularidade do revestimento (flexão e deformação) ;
  - Propriedades físicas, incluindo teor de absorção, resistência à ruptura, módulo de ruptura, dilatação térmica, resistência a expansibilidade térmica, resistência a expansão húmida, discrepância de cor e brilho, etc;
  - Propriedades químicas, incluindo resistência à sujidade, resistência à corrosão, teor de dissolução de chumbo e cádmio, etc;

- Relatório de teste de qualidade de controlo de radioactividade de materiais, o método de detecção pode seguir os requisitos de GB 6566[5] ou padrão similar (quando aplicável as especificações de materiais)
- Ambientes aplicáveis, vida útil;
- Transporte, armazenamento e descrições de operação.

#### Pedra Natural

- ✓ Classificada pela composição do material em: mármore, granito, *bluestone*, etc...  
Os materiais de pedra acima referidas devem cumprir os requisitos das regras de contractação.  
Caso os requisitos não forem mencionados, as pedras de granito natural devem estar de acordo com os requisitos de GB/T 18601[6], e as placas de mármore natural devem cumprir os requisitos de GB/T 19766[7]. Documentação deve incluir as seguintes informações:
  - Certificado de qualidade de aceitação pela fábrica e local de origem;
  - Informações básicas dos materiais (aspeto visual, tipo, cor);
  - Informações das propriedades físicas (dimensão, densidade, resistência mecânica, teor de absorção de água)
  - Informações sobre a durabilidade (resistência ao ácido, resistência à álcalis, resistência à corrosão, resistência à abrasão, resistência a baixa temperatura)
  - Relatório do ensaio de qualidade do controlo de radioactividade dos blocos, de acordo com os requisitos de GB 6566[5] ou normas equivalentes (se aplicável)
  - Ambientes aplicáveis, vida útil;
  - Transporte, armazenamento e descrições de operação.

#### [Descrição do sistema de aderência e informações relativas]

Devem estar de acordo com os requisitos dos cadernos de encargos e submeter as seguintes informações:

- ✓ Funcionalidade do revestimento da parede, cálculos justificativos do revestimento e a estrutura principal (se necessário) ;
- ✓ Certificados de produção, relatórios de inspeção do desempenho, etc, incluindo:
  - Agente adesiva, incluindo emulsão à base de cimento/ de soro de leite / de resina, argamassa de cimento e aditivos, etc, devem estar de acordo com os requisitos de EN12004[8] ou ISO13006[2], etc ;
  - Agente de ligação ;
  - Material de enchimento para junta devem estar de acordo com os requisitos de EN13888[9] ou ISO13006[2],etc.
- ✓ Pré-tratamento da superfície de base ;
- ✓ Método de fabricação, instalação e especificações técnicas, incluindo;
  - Espessura da base da camada do crespido e de aderência;
  - Medidas e método da prevenção da queda da camada do crespido e de aderência durante a sua execução ;
  - Localização e método de execução da junta de expansão.
- ✓ Relatório do ensaio de resistência de aderência dos azulejos;
- ✓ Ensaio / plano de inspeção do revestimento.

Na chegada do material, durante o processo da instalação ou durante a recepção

- ✓ Registos e relatórios de ensaios aos materiais de paredes do revestimento, certificados de

produção dos componentes da fábrica;

- ✓ Registos de instalação e recepção do produto final do revestimento ;
- ✓ Relatório de ensaio para recepção do revestimento (incluindo relatório de resistência da aderência, resistência à gravidade, teste de infra-vermelhos, etc).

### 3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Os itens para a inspeção das obras de instalação de azulejos para revestimento de parede interior, representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Inspeção de Obras de Instalação de Azulejos para Revestimento de Parede Interior						
Itens para Inspeção		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Materiais de Revestimento	Todos os Tipos de Materiais, Revestimento, Componentes de Base, Materiais de Junta <sup>1</sup>	✓		100% Inspeção	a, b, c	
	Verificação de Dimensão e Inspeção Visual <sup>2</sup>	✓				Igual ao exemplar
	Quantidade e Localização dos Componentes Pré-Embutidos e	✓				
	Transporte, Armazenamento e Proteção do Material	✓				
	Registos da Quantidade da Chegada do Material / Material Utilizado	✓	✓			
Sistema de Revestimento	Método da Construção		✓	Antes da Execução		
	Pré-Tratamento da Superfície de Base <sup>3</sup>		✓	De acordo com as necessidades da obra e caderno de encargos		
	Controlo de Execução da Camada de Crespido <sup>4</sup>		✓			
	Controlo de Execução da Camada de Aderência <sup>5</sup>		✓			
	Junta de Expansão <sup>6</sup>		✓			
	Qualidade de Instalação de Azulejos <sup>7</sup>		✓			
Teste de Martelo			✓	100% Inspeção		

Nota: Itens para Inspeção

- 1 – Todos os tipos de materiais, revestimento, componentes de base, materiais de junta  
Inspeção dos certificados de produção dos materiais, revestimento, componentes de base, materiais de junta, registos da chegada do material, relatórios de inspeção do desempenho, etc.
- 2 – Verificação de dimensão e inspeção visual  
A inspeção não se limita só para a verificação de comprimento, largura, espessura, corte dos cantos, regularidade e qualidade do revestimento, e devem estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / cadernos de encargos / requisitos do projecto. Caso não esteja especificados, a tolerância da discrepância dimensional deve estar de acordo com GB/T4100[1] - ISO13006[2] ou

EN14411[4]; a escolha das medidas e espessura dos azulejos também deve ser feita cuidadosamente, incluindo o peso do azulejo na altura de projeto de acordo com os requisitos de BS5385[3]; quando o comprimento lateral for maior que 600 mm e a área ultrapassar 0.18 m<sup>2</sup>, ou quando a razão do comprimento e largura da telha for 2:1, é necessário cumprir as recomendações do fabricante, utilizar específica camada de acabamentos e material de aderência; para instalação de revestimento mais do que um piso como acesso pedonal e outros, deve ser considerada a utilização do método mecânico para sua instalação. Relativamente ao peso da telha, quando a base for de argamassa de cimento e areia, o peso máximo do material de revestimento é de 20 kg/m<sup>2</sup>; a recomendação geral feita para a espessura do material de azulejo é não superior a 8 mm, e não superior a 7 mm para material de pedra natural.

### 3 – Pré-tratamento da superfície de base

A base deve ser dura e sólida e para o caso do substrato de betão onde a zona fraca localiza muitas vezes na zona de segregação do betão (“honeycomb”) deve ser removida antes da execução da camada do crespido. Além disso, deve ser garantido a superfície livre de sujidade, poeira, óleo, tintas e constituintes corrosivas;

Para a execução da camada do crespido, deve ter em conta para diferente tempo de cura em diferente material e submeter registo de execução.

### 4 – Controlo de execução da camada de crespido

A espessura total e espessura para cada camada de reboco feito após da camada do crespido devem estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / instruções do fornecedor / caderno de encargos / requisitos do projecto, e deve submeter registo de execução para cada camada do reboco;

Caso a camada de crespido apresenta irregularidades onde influencia as camadas seguintes tal como a sua espessura possa aparecer demasiada espessa, pode aumentar o risco da queda do reboco devido a sua diferença de tensão. Por isso, deve ter isso em conta na altura da aprovação do método de execução e do material. Caso encontrar o problema mencionado, pode adicionar apropriada malha de aço ou metal, seguida de argamassa de cimento com agente aditivo para o aumento de aderência entre camada de crespido e reboco, como melhoramento da tensão/compressão.

### 5 – Controlo de execução da camada de aderência

Deve utilizar apropriado material de aderência, onde o traço deve ser seguido de acordo com as instruções do fornecedor, e ter em conta com diferente teor de absorção em diferente material de revestimento, requisitos do projecto ; a camada de aderência deve seguir de acordo com as instruções do projecto e evitar espessura demasiada espessa e relativa sobrecarga.

### 6 – Junta de expansão

O espaçamento da junta de expansão deve estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / instruções do fornecedor / caderno de encargos / requisitos do projecto, de modo garantir a sua retração e expansão. A junta de expansão deve ser garantida até a camada de crespido, preenchida devidamente de acordo com as instruções do fornecedor de modo garantir o seu controlo de expansão, impermeabilidade e resistência a raios ultra-violetas.

### 7 – Qualidade de instalação de azulejos

A técnica de instalação de azulejos pode ser consultada “Instalação do revestimento de parede exterior pelo método molhado”[10]. A instalação de azulejos deve ser feito de cima para baixo, onde permite apropriado tempo de cura e tempo de assentamento devido ao seu peso de modo garantir a sua estabilidade; este método de instalação evita a compressão feita no azulejo durante o tempo de cura da argamassa de aderência. Além disso, deve verificar a camada de argamassa de modo garantir livre de irregularidade antes da instalação de azulejos;

Quando é utilizada a argamassa de cimento para camada de aderência, a superfície da camada e azulejos não devem estar nem demasiado húmido ou seco. Os azulejos devem ser colocados na água para ensopar não inferior a 30 minutos, e removida água desnecessária na superfície dos azulejos para a sua instalação. A superfície da camada de aderência deve ser humidificada e para caso de utilização de agentes aditivos, devem ser seguido as instruções do fornecedor;

Após a instalação dos azulejos, deve ser verificado a inexistência do som oco devido a falta de preenchimento de argamassa para cada azulejo/mosaico, garantido para todas as telhas esteja completamente preenchido pelo material adesivo para garantir a aderência eficaz e firme na camada de gesso/ superfície.

#### 8 – Teste de Martelo

No fim de garantir a qualidade de execução após a execução do pavimento deve ser executado teste de martelo ou utilização de outros equipamentos (como infravermelhos, etc) para verificar a má instalação ou existência do som oco, e entrega relatório de autoinspeção.

#### Norma a Cumprir

- a – Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos
- b – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor
- c – General Specification for Building [11]

## Inspeção, Ensaio e Recepção (Continuação)

Os itens para o ensaio e recepção das obras de instalação de azulejos para revestimento de paredes interiores representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras de Instalação de Azulejos para Revestimento de Paredes Interiores								
Itens para Inspeção		Propriedade do Material	Durabilidade do Sistema	Norma do Ensaio	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Azulejo	Propriedades Físicas <sup>1</sup>	✓	-	GB/T 3810 [12] GB/T 13891 [13]	Se Necessário ❶	a, b	i, ii	
	Propriedades Químicas <sup>2</sup>	✓	-	GB/T 3810 [12]		a, b	i, ii	
Material de Pedra Natural	Peso específico	✓		De acordo com as exigências do projecto, cadernos de encargos e orientações técnicas do fabricante	Se Necessário ❶	a, b	i, ii	
	Teor de Absorção de Água	✓	✓			a, b	i, ii	
	Resistência à flexão	✓	✓			a, b	i, ii	
	Resistência à compressão	✓	✓			a, b	i, ii	
	Resistência ao desgaste	✓	✓			a, b	i, ii	
	Resistência aos agentes químicos	✓	✓			a, b	i, ii	
Camada de Aderência	Propriedades de Aderência	✓	-	JC/T 547 [14] EN 12004 [7]	Se Necessário ❶	a, b	i, ii	
Sistema de instalação	Ensaio de Resistência de Aderência ao Exemplar (feita na obra) <sup>3</sup>	✓	✓	De acordo com as exigências do projecto, cadernos de encargos, orientações técnicas do fabricante, e método do teste previamente acordada	Antes de Instalação	a, b, c	iii	
	Ensaio de Resistência de Aderência ao Produto Final (feita na obra) <sup>4</sup>	✓	✓	De acordo com as exigências do projecto, cadernos de encargos, orientações técnicas do fabricante, e método do teste previamente acordada	Cada Lote	a, b, c	iii	
	Teste de Martelo <sup>5</sup>	✓	-	-	Se Necessário ❶	b	iv	
	Termografia de Infra-Vermelho <sup>6</sup>	✓	-	HKCI TM1 [22] CECS 204 [17]		b, c, d	-	

Nota: Itens para Inspeção

1 – Propriedades físicas

A verificação das propriedades físicas deve ser de acordo com os requisitos de GB/T 4100[1], incluindo ensaio da absorção de água, resistência à ruptura, módulo de ruptura, dilatação térmica, resistência a expansibilidade térmica, resistência a expansão húmida, discrepância de cor e brilho, etc;

2 – Propriedades químicas

A verificação das propriedades químicas deve ser de acordo com os requisitos de GB/T 4100[1], incluindo ensaio de resistência à sujidade, resistência à corrosão, teor de dissolução de chumbo e cádmio, etc;

3 – Ensaio de Resistência de Aderência ao Exemplar (feito na obra)

Para garantir a boa aderência entre a camada de aderência e revestimento, deve ser feito um pannel exemplar não inferior a 1m<sup>2</sup> formando um conjunto de 3 a 6 peças, de acordo com o método de execução e material (incluindo azulejo, agente adesivo, agente de ligação, argamassa de cimento, etc) aprovado para a execução do ensaio de resistência. A frequência de inspeção deve ser para cada tipo de revestimento.

4 – Ensaio de Resistência de Aderência ao Produto Final (feita na obra)

Após a instalação dos azulejos, deve ser realizado ensaio de resistência de aderência ao produto final, onde é fixado um bloco padrão na superfície do azulejo, cortando a partir da borda até a superfície do betão ou alvenaria e medido através do dispositivo quanto a sua resistência de aderência e analisado o seu comportamento de quebra.

5 – Teste de martelo

O teste de martelo consiste em testar o revestimento para deteção de zona solta ou por argamassa por preencher. Este método é uma forma comum e eficaz para testar a integridade da execução do revestimento.

6 – Termografia de infra-vermelho

Este método não destrutivo é utilizado o dispositivo de infra-vermelho para a deteção de defeitos através da análise da diferença de temperatura verificada na superfície do revestimento.

Frequência Recomendada do Ensaio

- – No caso em que os resultados tenham relevantes interesses relativos aos requisitos do projecto ou da construção; ou os resultados / parâmetros tenham grande influência no projecto ou qualidade, deve ter especial consideração.

Norma a Cumprir

- a – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor
- b – Cadernos de Encargos
- c – HKCI TM1 [22]
- d – CECS 204 [17]

Critério de Aceitação

- i – No caso dos resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos, deve ser realizado duas amostras adicionais do mesmo lote para a devida verificação. No caso de um dos resultados do ensaio não está de acordo com os requisitos, a relativa lote deve ser considerada insatisfeita.
- ii – Deve estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / caderno de encargos / requisitos do projecto. Caso não estejam especificados, deve ser seguido relativo plano e procedimento da garantia de qualidade.

- iii– Deve estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / caderno de encargos / requisitos do projecto. Caso não estejam especificados, é recomendado seguir os requisitos, onde para cada lote deve satisfazer dois requisitos. A resistência média do lote testado não deve ser inferior a 0.4MPa, onde uma peça pode ter inferior a 0.4MPa e superior a 0.3MPa. Caso não satisfazer um dos requisitos, deve ser re-verificado com duas amostras adicionais. Caso não verificar os requisitos numa segunda tentativa, deve ser considerado não aceitável para a zona testada.
- iv– Caso tenha dúvida na veracidade do registo de inspeção submetido pelo empreiteiro, pode realizar de novo o teste na área e quantidade mais significativa pela entidade com as mesmas qualificações profissionais; no caso dos resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos (como existência do som oco devido a falta de preenchimento, ou má instalação), deve ser realizado na sua totalidade de quantidade para a devida verificação.

#### 4. Referências

- [1] GB/T 4100, 陶瓷磚
- [2] ISO 13006, Ceramic tiles. Definitions, classification, characteristics and marking
- [3] BS 5385, Wall and floor tiling. Code of Practice
- [4] EN 14411, Ceramic tiles. Definitions, classification, characteristics, evaluation of conformity and marking
- [5] GB 6566, 建築材料放射性核素限量
- [6] GB/T 18601, 天然花崗石建築板材
- [7] GB/T 19766, 天然大理石建築板材
- [8] EN 12004, Adhesives for tiles. Requirements, evaluation of conformity, classification and designation
- [9] EN 13888, Grouts for tiles. Definitions and specifications
- [10] PNRC 67, 註冊承建商作業備考：建築物外牆飾面-濕式鋪砌飾面磚, 屋宇署, 香港特別行政區政府
- [11] General Specification for Building, Architectural Services Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [12] GB/T 3810, 陶瓷磚試驗方法
- [13] GB/T 13891, 建築飾面材料鏡向光澤度測定方法
- [14] JC/T 547, 陶瓷牆地磚膠黏劑
- [15] JGJ 110, 建築工程飾面磚粘結強度檢驗標準
- [16] RILEM Recommendation MDT. D.3, Determination “in-situ” of the adhesive strength of rendering and plastering mortars to their substrate
- [17] CECS 204, 紅外熱像法檢測建築外牆飾面層粘結缺陷技術規程
- [18] EN 197-1, Cement – Part1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements
- [19] EN 1348, Adhesives for tiles – Determination of tensile adhesion strength for cementitious adhesives
- [20] GB/T 7697, 玻璃馬賽克
- [21] BS 8000-16, Workmanship on building sites. Code of Practice for sealing joints in buildings using sealants
- [22] HKCI TM1, Detection of Building Surface Deflect by Infrared Thermography

[23] Specification Library, 房屋委員會, 香港特別行政區政府

[24] General Specification for Civil Engineering Works, 土木工程拓展署, 香港特別行政區政府