

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

### Material de Alumínio e Qualidade de Execução / Instalação

#### 1. Generalidades e Campo de Aplicação

O material de alumínio consiste em material utilizado para construções de edifícios, onde inclui perfis de alumínio, chapa de alumínio, alumínio com revestimento anodizado / galvanoplastia, material de alumínio com revestimento de pintura, material de alumínio com revestimento de pó pulverizado, material de alumínio com revestimento PVDF para a aplicação nas portas e janelas, e outros acessórios relativos como borda de borracha com estanquidade a gás, acessórios (componentes) de aço para fixação, moldura da janela em alumínio, etc.

O material de alumínio utilizado no local da obra deve ser inspeccionado e ensaiado no fim de garantir os requisitos do projecto e relativas especificações.

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

Antes da execução / instalação do material de alumínio, devem ser submetidos de acordo com os requisitos de cada relativo material de aplicação e especificações técnicas, documentos abaixo referidos para fim de aprovação ou registo.

- ✓ Certificados de produção / manual de produto dos perfis de alumínio  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações de BS EN 755, GB/T 5237 e critério de dimensionamento da liga de alumínio tipo 6063, incluindo as seguintes informações:
  - Análise química (incluindo teor de silicón, teor de ferro, de manganésio, de crómio, de zinco, de titânio, de alumínio e de outros elementos;
  - Propriedades físicas (incluindo resistência à tracção, ductilidade, dureza, maleabilidade).
  
- ✓ Certificados de produção / manual de produto da chapa de alumínio  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações da liga de alumínio de BS EN 485 Parte 1-4, BS EN 515 e BS EN 573 Parte 1-4, incluindo as seguintes informações:
  - Análise química (incluindo teor de silicón, teor de ferro, de manganésio, de crómio, de zinco, de titânio, de alumínio e de outros elementos;
  - Propriedades físicas (incluindo resistência à tracção, ductilidade, dureza, maleabilidade).
  
- ✓ Certificados de produção / manual de material de alumínio com revestimento anodizado / galvanoplastia  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações de BS EN ISO 7599, BS 3987 e GB/T 5237, incluindo as seguintes informações:
  - Cor, tipo;
  - Espessura da camada de revestimento (a espessura de anodização varia de acordo com as condições ambientais. Para aplicação de alumínio anodizado ao exterior, deve submeter informações da espessura de anodização a cor e sem cor);
  - Durabilidade (incluindo qualidade de selagem, resistência à abrasão, textura superficial, resistência a corrosão).

- ✓ Certificados de produção / manual de material com revestimento de alumínio  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações de BS4842, GB/T 5237, incluindo as seguintes informações:
  - Qualidade visual, método de pré-tratamento, cor;
  - Propriedades físicas (incluindo espessura, adesão e brilho, etc);
  - Durabilidade (incluindo prova de impacto, permeabilidade, prova de envelhecimento artificial, resistência a corrosão, etc).
  
- ✓ Certificados de produção / manual de material de alumínio com revestimento de pó pulverizado  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações de BS6496, GB/T 5237, incluindo as seguintes informações:
  - Qualidade visual, método de pré-tratamento, cor;
  - Propriedades físicas (incluindo adesão, brilho, espessura, etc);
  - Durabilidade (incluindo prova de impacto, permeabilidade, ensaio de estampabilidade, prova de envelhecimento artificial, prova de envelhecimento natural, resistência a corrosão de argamassa, resistência a corrosão, resistência ao risco, resistência a humidade, ensaio de resistência ao dióxido de enxofre, etc).
  
- ✓ Certificados de produção / manual de material de alumínio com revestimento PVDF  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações de GB/T 5237 incluindo as seguintes informações:
  - Qualidade visual, método de pré-tratamento, cor;
  - Propriedades físicas (incluindo adesão, brilho, espessura, dureza da membrana seca, etc);
  - Durabilidade (incluindo prova de impacto, resistência a abrasão, prova de envelhecimento artificial, resistência a corrosão de argamassa, resistência a corrosão, etc).
  
- ✓ Informações de especificações para acessórios e componentes de alumínio com estanquidade de gás e com borda de borracha  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações de BS4873, incluindo as seguintes informações:
  - Tipo de material (modelo, dimensão, etc).l
  - Propriedades do material (permeabilidade ao ar, estanqueidade a água, etc);
  - Localização e método de instalação
  
- ✓ Certificados de produção / manual do sistema de moldura e de janela  
Deve estar de acordo com os requisitos das especificações de BS952, GB/T8478, GB/T8479 e GB15763, incluindo as seguintes informações:
  - Documentos de Projecto (Requisitos para os materiais, Cálculos de Projecto, Projecto da força do vento, etc);
  - Certificados de produção;
  - Tipo e espessura do vidro;
  - Propriedades do vidro (resistência ao vento, estanqueidade, medição da tensão superficial, ensaio de impacto e ensaio heat soak, etc);
  - Relatório de inspecção das propriedades do sistema geral da moldura (permeabilidade ao ar, estanqueidade a água da chuva e deformação devido a pressão do vento, etc);
  - Tratamento de estabilidade térmica (heat soak) para controlo de fractura espontânea.
  
- ✓ Material de alumínio, método de instalação da moldura e janela;
  
- ✓ Plano de inspecção.

### 3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Os itens para a inspeção do material de alumínio e qualidade de execução / instalação representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Inspeção do Material de Alumínio e Qualidade de Execução / Instalação							
Itens para Inspeção		Objectivos	Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Material de Alumínio	Confirmação dos Elementos Químicos e Propriedades Físicas		✓		100% Inspeção	BS EN 75 [1] BS EN 485 Part 1-4 [2-5] BS EN 515 [6] BS EN 573 Part 1-4 [7-10] BS EN ISO 7599 [11] BS 3987 [12] ISO 3668 [13] GB/T 5237 [31]	Confirmação do Certificado de Produção
	Dimensão do Elemento		✓				
	Qualidade Visual / Cor / Brilho / Textura Superficial		✓				Igual a Amostra
	Pré-Tratamento			✓			
Estanquidade a Gás e Borda de Borracha, e Acessórios de Aço para Fixação	Propriedades do Material		✓		100% Inspeção	BS 4873 [15]	Confirmação do Certificado de Produção
	Localização da Instalação			✓			
Vidro	Localização da Instalação			✓	100% Inspeção	BS 952 [16-17]	
	Espessura		✓				
Instalação do Material de Alumínio	Transporte / Protecção		✓		100% Inspeção	BS 4873 [15] BS EN ISO 11600 [18]	
	Localização / Fixação			✓			
	Qualidade de Selagem			✓			
Instalação de janelas de alumínio <sup>1</sup>				✓	100% Inspeção	AAMA 501.2 [30]	

Nota: Itens para Inspeção

1 – Instalação de janelas de alumínio

Após a instalação das janelas de alumínio, para garantir a qualidade da instalação, o contratante deve realizar testes de pulverização que atendam aos requisitos da AAMA 501.2[30], é necessária a apresentação do registro de inspeção como parte dos documentos do processo de autoinspeção.

## Inspeção, Ensaio e Recepção (Continuação)

Os itens para o ensaio e recepção do material de alumínio e qualidade de execução / instalação representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção do Material de Alumínio e Qualidade de Execução / Instalação										
Itens para Inspeção		Objectivos	Propriedade do Material	Verificação da Qualidade da Camada do Revestimento	Recepção do Sistema de Instalação	Norma do Ensaio	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Perfis e Chapas de Alumínio	Ductilidade	✓				BS EN 755 [1] BS EN 485 Part 1-4 [2-5]	Se Necessário ②			-
	Dureza	✓				BS EN 515 [6] BS EN 573 Part 1-4 [7-10]				-
	Resist. à Tracção	✓				GB/T 5237 [31]				-
Revestimento Anodizado / Galvanoplastia	Espessura da Membrana Seca de Pintura <sup>1</sup>		✓			BS EN ISO 7599 [11] BS 3987 [12] GB/T 5237 [31]	Cada Lote ①	Requisitos das Especificações Técnicas e Manual de Produto	i, ii	
	Qualidade de Selagem ao Óxido		✓				Se Necessário ②		iii	
	Ensaio de Durabilidade <sup>2</sup>		✓						-	
Material de Alumínio com Revestimento de Pintura e de Pó Pulverizado	Espessura da Membrana Seca de Pintura <sup>1</sup>		✓			ISO 2808 [25] GB/T 5237 [31]	Cada Lote ①			i, ii
	Adesão		✓			ISO 2409 [26]	Se Necessário ②			-
	Ensaio de Durabilidade <sup>3</sup>		✓			BS 4842 [27] BS 6496 [19]	-			
Material de Alumínio com Revestimento PVDF	Espessura da Membrana Seca de Pintura <sup>1</sup>		✓			GB/T 5237 [31]	Cada Lote ①			i, ii
	Adesão		✓				Se Necessário ②			-
	Ensaio de Durabilidade <sup>4</sup>		✓							-
Propriedades de Janela	Permeabilidade ao Ar				✓	GB/T 7106 [32] ASTM E283 [37] ASTM E330 [38] ASTM E331 [39]	Requisitos das Especificações Técnicas ⑤			-
	Impermeabilidade				✓					-
	Resist. Ao Vento				✓					-
	Ensaio de Estanqueidade da Cortina de Janela <sup>5</sup>				✓	AAMA 501.2 [30] ASTM E783 [40] ASTM E1105 [41]	20%	iv		

**Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção do Material de Alumínio e Qualidade de Execução / Instalação**

Objectivos		Propriedade do Material	Verificação da Qualidade da Camada do Revestimento	Recepção do Sistema de Instalação	Norma do Ensaio	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Vidro Plano Temperado	Medição da Tensão Superficial	✓			ASTM C1279 [33] GB/T 18144 [34]	Cada Lote <sup>4</sup>		-	
	Teste de Fragmentação	✓			GB 15763.2 [35]			-	
	Estabilidade Térmica / Tratamento de Uniformização	✓			-	Cada Lote/ Testemunho		-	
	Resistência ao impacto	✓			GB 9962 [36]	Se Necessário <sup>2</sup>		-	
	Ensaio de impacto por saco	✓			GB 9962 [36] ANSI Z97.1 [42] DIN 52-337 [43]			-	
	Isolamento acústico	✓			-			-	

Nota: Método de Inspeção

1 – Espessura da Membrana Seca de Pintura

Através do medidor da espessura da membrana seca de pintura consegue-se saber a espessura da camada de revestimento, sendo esta inspeção, um item importante na recepção da qualidade do revestimento da camada. Para o mesmo lote deve ser escolhido 20 pontos para a inspeção. Sendo numa área de 1cm<sup>2</sup> deve ser realizado três vezes de medição, consequentemente, realizará 60 pontos para a inspeção. Os resultados particulares e a média são considerados resultados para a recepção da espessura do revestimento [31].

2 – Ensaio de Durabilidade do Revestimento Anodizado

Inclui qualidade de selagem, resistência a abrasão, textura superficial, resistência a corrosão, onde as normas de ensaio e requisitos devem estar de acordo com BS EN ISO 7599 [11].

3 – Ensaio de Durabilidade do Material de Alumínio com Revestimento de Pintura e de Pó Pulverizado

Inclui prova de impacto, permeabilidade, resistência a corrosão de argamassa (BS6496 [19]), prova de envelhecimento artificial, prova de envelhecimento natural (BS3900 Part 3 [20]), resistência ao risco (ISO1518 [21]), resistência a humidade(ISO11503 [22]), ensaio de resistência ao dióxido de enxofre (ISO3231 [23]), ensaio de estampabilidade (BS EN ISO1520 [24]), etc.

4 – Ensaio de Durabilidade do Material de Alumínio com Revestimento PVDF

Inclui prova de impacto, resistência a abrasão, prova de envelhecimento natural, resistência a corrosão de argamassa, resistência a corrosão, onde as normas de ensaio e requisitos devem estar de acordo com AAMA2605 [14].

#### 5 – Ensaio de estanqueidade no local de paredes de cortina

Para o ensaio de estanqueidade, utiliza-se o equipamento com bico específico de material bronze incorporando com uma válvula de controlo e medidor de pressão de acordo com os requisitos AAMA501.2 [30]. A pressão deve ser entre 30~35 psi (por volta de 200~235 kPa), pulverizado de forma directa e perpendicular a face de parede, e pulverizado durante 5 minutos a junta devidamente seleccionada. A monitorização, deve ser realizado no interior de paredes para a verificação dos sinais de fuga de água. No caso de não verificar nenhuma fuga durante 5 minutos, pode proceder-se numa próxima zona para verificação.

Se exigido pelos regulamentos do projeto, a medição de vazamento de ar no local e o teste de penetração de água com diferença de pressão estática do ar também devem ser realizados [40][41].

#### Frequência Recomendada do Ensaio

- ❶ – Recomenda-se para cada chegada do material de alumínio no local deve ser realizado inspeção ou de acordo com os requisitos das especificações técnicas. Para cada lote de recepção deve ser realizado no mínimo um ensaio de membrana seca da espessura da camada do revestimento. A quantidade de cada lote de recepção deve ser realizada de acordo com o processo de produção, transporte, quantidade do material, método de instalação, etc. Basicamente, pode ser considerado para cada 20 unidades de portas, janelas ou cortina de paredes em alumínio, um ensaio de espessura da membrana seca de pintura.
- ❷ – 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.
- ❸ – Número de amostras deve definido pelo Projectista ou exigência do Dono da Obra. Se o número de amostras não estiver especificado, é recomendado retirar três amostras de cada tipo de perfil de alumínio para janelas para o ensaio. Se o Empreiteiro puder apresentar um relatório de ensaio dos perfis de alumínio para janelas realizado por terceiros, e a janela indicada no relatório for do mesmo fabricante, mesmo modelo ou modelo que represente o modelo utilizado no projecto, o ensaio de simulação pode ser dispensado.
- ❹ – O lote deverá ser da mesma marca de vidro, tipo e espessura que será entregue no mesmo período de entrega para a recepção no local. Em cada lote, 3 espécimes deverão ser seleccionados para a medição da tensão superficial.  
No caso do teste de fragmentação, 2 espécimes deverão ser seleccionados.

#### Critério de Aceitação

- i – No caso de requisitos que estejam especificados nas especificações técnicas, nos manual de produto ou no projecto, deve ser seguido os respectivos requisitos. Na ausência da especificação, deve ser seguido de acordo com GB/T5237 [31], com a indicação no seguinte quadro:

Anodização	Classe <sup>3</sup>	Espessura Média da Membrana Seca <sup>1</sup> , $\mu\text{m}$		Espessura Particular da Membrana Seca <sup>2</sup> , $\mu\text{m}$	
	AA10	>10	>8		
AA15	>15	>12			
AA20	>20	>16			
AA25	>25	>20			

  

Galvanoplastia	Classe <sup>4</sup>	Camada de Anodização		Camada de Pintura	Camada Complexa
		Espessura Média da Membrana <sup>1</sup> , $\mu\text{m}$	Espessura Particular da Membrana <sup>2</sup> , $\mu\text{m}$	Espessura Média da Membrana <sup>1</sup> , $\mu\text{m}$	Espessura Média da Membrana <sup>1</sup> , $\mu\text{m}$
	A	$\geq 10$	$\geq 8$	$\geq 12$	$\geq 21$
B	$\geq 10$	$\geq 8$	$\geq 7$	$\geq 16$	

  

Pó Pulverizado	Máx. Espessura da Pintura Superficial na Zona Medida $\leq 120\mu\text{m}$ and Mín. Espessura da Pintura Superficial na Zona Medida $\geq 40\mu\text{m}$ °

  

PVDF Pulverizado	Tipo de Pintura	Espessura Média da Membrana, $\mu\text{m}$	Mín. Espessura da Zona Medida, $\mu\text{m}$
	Duas Camadas (Camada Base + Camada de Revestimento)	$\geq 30$	$\geq 25$
	Três Camadas (Camada Base + Camada de Revestimento + Camada de Limpeza)	$\geq 40$	$\geq 34$
	Quatro Camadas (Camada Base + Camada de Barreira + Camada de Revestimento + Camada de Limpeza)	$\geq 65$	$\geq 55$

<sup>1</sup> Espessura Média da Membrana : Deve ser realizado no mínimo 5 medições para o cálculo da média de espessura na superfície pintada.

<sup>2</sup> Espessura Particular da Membrana: Deve ser realizado no mínimo 3 medições com área inferior de  $1\text{cm}^2$  na superfície pintada.

<sup>3</sup> No caso de classe dos perfis de alumínio anodizado não se encontra especificado, deve ser considerado AA10 para portas e janelas gerais, e AA15 para cortinas de parede.

<sup>4</sup> Em condições ambientais normais, os acessórios para uso exterior devem ser da classe B. Em condições ambientais severas ou agressivas, devem ser da classe A.

- ii – No caso dos resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos, deve ser realizado o dobro da quantidade 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.
- iii – A máxima perda de galvanoplastia:  $3.0\text{ g/m}^2$  , quando a qualidade de selagem não está de acordo com os requisitos, a relativa lote deve ser considerada insatisfeita.
- iv – No caso de verificação de fuga de água durante o ensaio, deve ser conduzido para o reparo e uma próxima verificação. Deve ainda seleccionar duas amostras adicionais do mesmo lote para verificação até nenhuma fuga é observada..

#### 4. Referências

- |      |                 |  |
|------|-----------------|--|
| [1]  | BS EN 755       | Aluminium and aluminium alloys – Extruded rod/bar, tube and profiles   |
| [2]  | BS EN 485-1     | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Technical conditions for inspection and delivery   |
| [3]  | BS EN 485-2     | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Mechanical properties  |
| [4]  | BS EN 485-3     | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Tolerances on dimensions and form for hot-rolled products  |
| [5]  | BS EN 485-4     | Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Tolerances on shape and dimensions for cold-rolled products  |
| [6]  | BS EN 515       | Aluminium and aluminium alloys. Wrought products. Temper designations  |
| [7]  | BS EN 573-1     | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Numerical designation system  |
| [8]  | BS EN 573-2     | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Chemical symbol based designation system  |
| [9]  | BS EN 573-3     | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Chemical composition  |
| [10] | BS EN 573-4     | Aluminium and aluminium alloys. Chemical composition and form of wrought products. Forms of products   |
| [11] | BS EN ISO 7599  | Anodizing of aluminium and its alloys. General specifications for anodic oxidation coatings on aluminium   |
| [12] | BS 3987         | Specification for anodic oxidation coatings on wrought aluminium for external architectural applications   |
| [13] | BS EN ISO 3668  | Paints and varnishes. Visual comparison of the colour of paints  |
| [14] | AAMA 2605       | Voluntary Specification, Performance Requirements and Test Procedures for Superior Performing Organic Coatings on Aluminium Extrusions and Panels  |
| [15] | BS 4873         | Specification for aluminium alloy windows  |
| [16] | BS 952-1        | Glass for glazing. Classification  |
| [17] | BS 952-2        | Glass for glazing. Terminology for work on glass   |
| [18] | BS EN ISO 11600 | Building construction. Jointing products. Classification and requirements for sealants   |
| [19] | BS 6496         | Specification for powder organic coatings for application and stoving to aluminium alloy extrusions, sheet and preformed sections for external architectural purposes, and for the finish on aluminium alloy extrusions, sheet |
| [20] | BS 3900:Part F3 | Methods of test for paint. Durability tests on paint films. Resistance to artificial weathering (enclosed carbon arc)  |
| [21] | BS EN ISO 1518  | Paints and varnishes. Scratch test   |
| [22] | ISO 11503       | Methods of test for paints. Determination of resistance to humidity (intermittent condensation)  |
| [23] | BS EN ISO 3231  | Paints and varnishes. Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide   |
| [24] | BS EN ISO 1520  | Paints and varnishes. Cupping test   |

[25]	BS EN ISO 2808	Paints and varnishes. Determination of film thickness
[26]	BS EN ISO 2409	Paints and varnishes. Cross-cut test
[27]	BS 4842	Specification for liquid organic coatings for application to aluminium alloy extrusions, sheet and preformed sections for external architectural purposes, and for the finish on aluminium alloy extrusions, sheet
[28]	BS 6375-1	Performance of windows. Classification for weathertightness (including guidance on selection and specification)
[29]	BS 5368-1	Methods of testing windows. Air permeability test
[30]	AAMA 501.2	Quality Assurance and Diagnostic Water Leakage Field Check of Installed Storefronts, Curtain Walls, and Sloped Glazing Systems
[31]	GB/T 5237 - 2000	鋁合金建築型材
[32]	GB/T 7106	建築外窗抗風壓性能分級及其檢測方法
[33]	ASTM C1279	Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully Tempered Flat Glass
[34]	GB/T 18144	玻璃應力測試方法
[35]	GB 157632.2	建築用安全玻璃第 2 部分：鋼化玻璃
[36]	GB 9962	夾層玻璃
[37]	ASTM E283	Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Skylights, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen
[38]	ASTM E330	Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference
[39]	ASTM E331	Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference
[40]	ASTM E783	Standard Test Method for Field Measurement of Air Leakage Through Installed Exterior Windows and Doors
[41]	ASTM E1105	Standard Test Method for Field Determination of Water Penetration of Installed Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls, by Uniform or Cyclic Static Air Pressure Difference
[42]	ANSI Z97.1	American national standard for safety glazing materials used in buildings-safety performance specifications and methods of test
[43]	DIN 52-337	Pendulum impact test