

Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade em Projectos de Obras

Obras do Sistema de Ar Condicionado

Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade em Projectos de Obras

Obras do Sistema de Ar Condicionado

1. Generalidades e Campo de Aplicação

A presente secção aplica-se aos requisitos da garantia de qualidade dos materiais e e execução do sistema de ar condicionado. O sistema de ar condicionado tem como funções principais de eliminar no espaço interior, o calor, a humidade, os gases prejudicáveis, as bactérias, as poeiras, etc, introduzindo ar fresco de acordo com certos procedimentos, de modo garantir uma boa temperatura, humidade, velocidade do vento e qualidade, e criar um ambiente agradável. As obras do sistema de ar condicionado incluem sistema de condutas, sistema de tubagens (de água), sistema de tubagens (de cobre), equipamento de sistema de ventilação, equipamento de sistema de refrigeração (refrigerante), equipamento de sistema de água de ar condicionado, protecção contra corrosão e isolamento térmico de tubagens de água e isolamento térmico de condutas de ar, entre outras partes.

Para os trabalhos do controlo de avaliação da qualidade do ar interior nos novos edifícios e acabados de renovar, pode consultar a inspecção da qualidade do ar anterior e do sistema de ventilação no Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade em Projectos de Obras.

Todos os requisitos mencionados devem estar de acordo com especificações técnicas/cadernos de encargos e relevantes normas. Caso não seja especificado pelo projectista sobre os requisitos, é recomendado utilizar referências de normas nacionais ou internacionais ou regionais.

2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade em Projectos de Obras

Os documentos abaixo referidos devem ser submetidos pelo empreiteiro de acordo com as fases de obras do sistema de ar condicionado para fim de aprovação ou de registo:

Fase antes de execução

- ✓ Declaração de responsabilidade dos engenheiros das áreas de especialização



relevantes registados na Direcção dos Serviços de Solos, e Construção Urbana de Macau ;

- ✓ Todos os documentos técnicos devem ser assinados por um engenheiro registado na área profissional relevante da Direcção dos Serviços de Solos, e Construção Urbana de Macau .
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização devem ser submetidos para revisão, incluindo mas não limitado:
 - Lista de quantidade de equipamentos de todos os seus sistemas e subsistemas, plano e fichas de autoinspecção, qualificação da terceira entidade para realização de testes, e relativas fichas inspecção, quantidade e frequência de amostragem (se aplicável).

1. Sistema de Condutas de Ar

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos (incluindo condutas de ar e flanges) e relacionados documentos de certificação de qualidade;
- ✓ Manual de produto e especificações técnicas;
- ✓ Informações da planta de produção (os condutas de ar não podem ser produzidos no local das obras, devem ser fabricados na fábrica de condutas de ar);
- ✓ Método de construção das condutas de ventilação (de acordo com os requisitos de DW144, condutas com resistência ao fogo devem estar, em prioridade, de acordo com os requisitos do relatório de resistência ao fogo);
- ✓ A fim de garantir que a qualidade de produção do fabricante das condutas de ar atenda aos requisitos técnicos das especificações do projecto, se a unidade de controlo de qualidade revisar as informações relevantes e se houver dúvidas ou incerteza sobre a qualidade de produção, a unidade de controlo de qualidade salvaguarda o direito de exigir a visita do local do fabricante para inspeccionar o processo de produção antes que as condutas de ar sejam produzidos.
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização, incluindo:
 - Inspeção da pressão das condutas de ar
 - Parâmetros utilizados para consideração nos cálculos de superfície
 - Peças desenhadas da localização para inspeção das condutas de ar
 - Inspeção visual das condutas de ar
 - Número e inspeção da fuga do ar para tubagens (a frequência de inspeção

é recomendada para as condutas de ventilação de média pressão e condutas de extracção do ar com uma frequência de 10%, as condutas de ventilação de alta pressão com uma frequência 100%)

2. Sistema de tubagens (de água)

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos e relacionados documentos de certificação de qualidade;
- ✓ Manual de produto e especificações técnicas;
- ✓ Método de construção (incluindo especificação de procedimentos para trabalhos de soldadura, registo de qualificação de procedimento para trabalhos de soldadura, certificado de qualificação do soldador e métodos de armazenamento dos materiais de soldadura relacionados e passos de execução, todos estes emitidos pela terceira entidade);
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização, incluindo:
 - Inspeção visual da soldadura
 - Pressão e tempo de ensaio do teste de pressão de tubagens
 - Inspeção da espessura da pintura de protecção de tubagens
 - Registo da limpeza das tubagens

3. Sistema de tubagens (de cobre)

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos e relacionados documentos de certificação de qualidade;
- ✓ Manual de produto e especificações técnicas;
- ✓ Método de construção (incluindo especificação de procedimentos para trabalhos de brasagem, registo de qualificação de procedimento para trabalhos de brasagem, certificado de qualificação do trabalhador e métodos de armazenamento dos materiais de brasagem relacionados e passos de execução, todos estes emitidos pela terceira entidade);
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização, incluindo:
 - Inspeção visual da brasagem
 - Métodos de expurgar

- Peças desenhadas da localização
- Registos de expurgar
- Pressão e tempo de ensaio do teste de pressão de tubagens
- Pressão e tempo do teste do vácuo

4. Equipamento do sistema de ventilação

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos e relacionados documentos de certificação de qualidade;
- ✓ Método de construção (incluindo os passos de instalação e o armazenamento de equipamentos);
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização, informações sobre equipamentos de monitorização e certificados válidos (incluindo parâmetros de projecto de unidade singular, valores de projecto de volume de ar de saída de ar, etc.).

5. Equipamento do sistema de refrigeração (refrigerante)

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos e relacionados documentos de certificação de qualidade;
- ✓ Método de construção (incluindo os passos de instalação e o armazenamento de equipamentos);
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização, informações sobre equipamentos de monitorização e documentos de certificado dentro da validade (incluindo parâmetros do projecto de unidade singular).

6. Equipamento de sistema de água de ar condicionado

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos e relacionados documentos de certificação de qualidade (incluindo materiais, válvulas e acessórios, torre de refrigeração);
- ✓ Método de construção (incluindo os passos de instalação e o armazenamento de equipamentos);
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização, informações sobre equipamentos de

teste e certificado válido (incluindo parâmetros de projecto de unidade singular, valor de projecto de fluxo de válvula de balanço de água, etc.).

7. Protecção contra corrosão e isolamento térmico de tubagens de água

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos e relacionados documentos de certificação de qualidade;
- ✓ Método de construção (incluindo pintura anti-corrosiva) e peças desenhadas de instalação;
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização (incluindo o número de inspecções da espessura da pintura anti-corrosiva, o valor do parâmetro de projecto considerado para espessura de cada camada da pintura anti-corrosiva, etc.).

8. Isolamento térmico das condutas de ar

- ✓ Peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);
- ✓ Informações de materiais e produtos e relacionados documentos de certificação de qualidade;
- ✓ Método de construção;
- ✓ Peças desenhadas de instalação;
- ✓ Catálogo de produtos de materiais de isolamento térmico (incluindo espessura, densidade e condutividade térmica dos materiais de isolamento térmico, etc.) ;
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização (incluindo inspecções da espessura e densidade dos materiais de isolamento térmico, etc.).

9. Inspeção da qualidade do ar interior

- ✓ Pode consultar outros plano e procedimento da garantia de qualidade em projecto de engenharia relacionados (se aplicável).

Nota: Para melhor controlo de qualidade, os requisitos exigidos para o teste que se encontram nos relatórios submetidos devem ser de acordo com a versão actualizada, onde a validade não deve ser superior a 5 anos.

Durante a fase de execução

1. Sistema das condutas de ar

- ✓ A fim de garantir que a qualidade de produção do fabricante das condutas de ar atenda aos requisitos técnicos das especificações do projecto, se a unidade de controlo de qualidade revisar as informações relevantes e se houver dúvidas ou incerteza sobre a qualidade de produção, a unidade de controlo de qualidade salvaguarda o direito de exigir a visita do local do fabricante para inspeccionar o processo de produção e verificação do teste de recepção.
- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade;
- ✓ Execução de uma secção de condutas de ar no local como amostra-padrão;
- ✓ A inspecção de instalação das condutas de ar deve ser realizada no local, incluindo a conexão das condutas de ar e o suporte do parafuso, de modo a garantir que o método de instalação atenda aos requisitos aprovados relacionados ao método de instalação das condutas de ar;
- ✓ A entidade do controlo de qualidade pode, em conformidade com a situação real de construção, pode seleccionar aleatoriamente secção para cada tipo de condutas de ar instaladas no local para a realização do teste e a sua verificação da qualidade.

2. Sistema de tubagens (de água)

- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade de fábrica submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade;
- ✓ Execução de uma secção, do tipo amostra-padrão, das tubagens no local;
- ✓ Registos de inspecção visual da soldadura feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registo da limpeza das tubagens (de água).

3. Sistema de tubagens (de cobre)

- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade;
- ✓ A construção da amostra de tubo de cobre deve ser realizada no local;
- ✓ Registos de inspecção visual da brasagem feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos do teste de pressão de tubagens (de cobre) realizado pelo empreiteiro;



- ✓ Registos da eliminação de impurezas de tubagens (de cobre) feitos pelo empreiteiro;

4. Equipamento do sistema de ventilação

- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade de fábrica submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade.

5. Equipamento do sistema de refrigeração (refrigerante)

- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade de fábrica submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade.

6. Instalação dos equipamentos do sistema de ar condicionado do tipo “tudo-água”

- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade de fábrica submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade.

7. Protecção contra corrosão e isolamento térmico de tubagens de água

- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade de fábrica submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade.

8. Isolamento térmico das condutas de ar

- ✓ Registos da chegada dos materiais e produtos, certificados de produção ou certificados de qualidade de fábrica submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade;
- ✓ De acordo com a situação real da construção, a unidade de controlo de qualidade pode tirar as amostras do isolamento térmico de cada tipo de tubagens instalados no local e enviá-las para a unidade de controlo de qualidade para se inspeccionar, garantindo que a qualidade atenda aos requisitos no que diz respeito à qualidade do isolamento térmico.

Durante a fase da recepção

- ✓ Telas finais.
- ✓ Registos da recepção das obras ocultas;
- ✓ Manual de manutenção e reparação.

1. Sistema de Tubagens de Ar

- ✓ Relatórios do ensaio de amostragem sobre a fuga do ar do sistema de ventilação da média e alta pressão realizados pela terceira entidade;
- ✓ Relatórios do ensaio de amostragem sobre a fuga do ar do sistema da extracção do ar contra incêndio realizados pela terceira entidade.

2. Sistema de tubagens (de água)

- ✓ Registos da pintura anti-corrosiva feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos de inspecção visual da soldadura de tubagens (de água) feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos do teste de pressão feito executado pelo empreiteiro (a pressão de teste é 1.5 vezes a pressão de trabalho, testado durante 24 horas).

3. Sistema de tubagens (de cobre)

- ✓ Registos de inspecção visual da soldadura de tubagens (de cobre) feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos do teste de pressão feitos pelo empreiteiro (a pressão de teste é de cerca de 40 Mpa, testado durante 24 horas);
- ✓ Registos do teste do vácuo feitos pelo empreiteiro (a pressão do teste é de 30psi / - 755mmHg, testado durante 2 horas).

4. Equipamento do sistema de ventilação

- ✓ Registos de funcionamento da máquina de ventilação (em independente) feitos pelo empreiteiro e inspecções de amostragem realizadas pela terceira entidade.

5. Equipamento do sistema de refrigeração (refrigerante)

- ✓ Registos do funcionamento de VRV feitos pelo empreiteiro e inspecções de amostragem realizadas pela terceira entidade;
- ✓ Registos do funcionamento de CRAC feitos pelo empreiteiro e inspecções de amostragem realizadas pela terceira entidade;



- ✓ Registos de funcionamento de ar condicionado do tipo “split” e inspecções de amostragem realizadas pela terceira entidade;

6. Equipamento de sistema de água de ar condicionado

- ✓ Registos do funcionamento do sistema de refrigeração e bombas de aquecimento feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos do funcionamento da torre de resfriamento feitos pelo empreiteiro e inspecções de amostragem feitas pela entidade terceira;
- ✓ Registos do funcionamento da unidade de ventilo-convectors feitos pelo empreiteiro e inspecções de amostragem feitas pela entidade terceira;
- ✓ Registos do funcionamento da caixa de ventilação feitos pelo empreiteiro e inspecções de amostragem feitas pela entidade terceira;
- ✓ Registos do funcionamento da bomb de água feitos pelo empreiteiro e inspecções de amostragem feitas pela entidade terceira;

7. Teste de funcionamento do sistema em operação

- ✓ Registos do teste de equilíbrio de fluxo feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos do teste de balanço hídrico feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos da inspecção da pressurização na escada feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos da inspecção de número de vezes para renovação do ar feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos da verificação do estado de pressão feitos pelo empreiteiro;
- ✓ Registos da inspecção da ligação com o sistema de protecção contra incêndio feitos pelo empreiteiro.
- ✓ Registos da inspecção do ruído no local e inspecções de amostragem feitas pela entidade terceira (se aplicável);
- ✓ Relatório de amostragem feito pela terceira entidade sobre a qualidade da água.

8. Inspeção da qualidade do ar interior

- ✓ Relatório de teste de qualidade do ar interno realizado pela terceira entidade (se aplicável).

Nota:

1. Depois de revisar os registos de inspecções e testes relevantes pela entidade fiscalizadora e a entidade do controlo de qualidade, caso haja dúvida ou incerteza

sobre a sua qualidade de acordo com a situação real, pode solicitar ao empreiteiro para coordenação da realização dos testes de amostragem realizadas pela terceira entidade para garantir a sua qualidade.

3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Durante as obras do sistema de ar condicionado, deve utilizar equipamentos com certificado de calibração válida, realizadas pelos profissionais qualificados fornecidos pelo empreiteiro. Para a aprovação do registo de inspeção, deve ser devidamente confirmado e assinado pelo relativo profissional dos campos relevantes (excepto para terceira entidade de inspeção aprovada pelo departamento governamental de Macau). Os itens para a inspeção representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Inspeção de Obras do Sistema de Ar Condicionado						
Objectivos		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência da Inspeção Recomendada	Norma a Cumprir	Nota
Itens para Inspeção						
Sistema das Conduitas de Ar	Tipo de Material e Funções	✓	---	100%	a, b SMACNA [1] DW/144 [2] ASHRAE 126 [3] GB 50243 [4]	O teste de amostragem é realizada pela terceira entidade
	Dimensão do Material	✓	---	100% e Inspeção de amostragem❶ (Se aplicável)	a, b DW/144 [2] GB 50243 [4] DW/142 [5]	Deve submeter o registo de inspeção e o teste de amostragem é realizada pela terceira entidade
	Qualidade Visual e Dimensão de Tubagens	✓	✓	100%	a, b DW/144 [2] GB 50243 [4]	---



	Flexibilidade de Regulação e Funções da Válvula de Tubagens	---	✓	100%	a, b DW/144 [2] GB 50243 [4] DW/142 [5]	---
	Instalação dos Acessórios de Tubagens e do Sistema	---	✓	100%	a, b SMACNA [1] DW/144 [2] GB 50243 [4]	---
	Instalação de Estrutura de Suspensão e de Suporte	---	✓	100%	a, b SMACNA [1] DW/144 [2] GB 50243 [4] DW/142 [5]	A unidade de controlo de qualidade inspecciona aleatoriamente os suportes que já foram inspecionados pelo empreiteiro
Sistema de Tubagens (de Água)	Tipo de Material e Funções	✓	---	100%	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---
	Dimensão do Material	✓	---	100%	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---
	Qualificação de Soldador	---	✓	100%	a, b	Emitido pela terceira entidade
	Controlo do Material da Soldadura	✓	---	100%	a, b, c	---
	Especificação de Procedimentos de Soldagem Registo de Qualificação de Procedimentos de Soldagem	---	✓	100%	a, b	Emitido pela terceira entidade de i
	Preparação da ligação antes da soldagem	---	✓	100%	b	---
	Instalação dos Acessórios de Tubagens (de água) e do Sistema	---	✓	100%	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---
	Instalação de Estrutura de Suspensão e de Suporte de tubagens	---	✓	100%	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	---



	Limpeza das Tubagens (de água)	---	✓	100%	^a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	Deve submeter os registos de inspecção
Sistema de Tubagens (de cobre)	Tipo de Material e Funções	✓	---	100%	^a GB 50243 [4]	---
	Dimensão do Material	✓	---	100%	^a GB 50243 [4]	---
	Certificado de Qualificação de Brasador	---	✓	100%	a, b	Emitido pela terceira entidade
	Controlo do Material da Brasagem	✓	---	100%	a, b, c	---
	Especificação de Procedimentos de Brasagem	---	✓	100%	a, b	Emitido pela terceira entidade
	Registo de Qualificação de Procedimento de Brasagem	---	✓	100%	a, b	Emitido pela terceira entidade
	Preparação da ligação antes da brasagem	---	✓	100%	b	---
	Instalação dos Acessórios de Tubagens (de Cobre) e do Sistema	---	✓	100%	^a GB 50243 [4]	---
	Instalação de Estrutura de Suspensão e de Suporte de tubagens (de cobre)	---	✓	100%	^a GB 50243 [4]	---
	Eliminação de Impurezas de Tubagens de (Cobre) ⁽¹⁾	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	Deve submeter os registos de inspecção
Equipamento do Sistema de Ventilação	Qualidade do equipamento de ventilação	✓	---	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Instalação dos Equipamentos de Ventilação e Respectivos Acessórios	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---



	Instalação de portões do sistema de ventilação	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
Equipamento do Sistema de Refrigeração (Refrigerante)	Qualidade dos Equipamentos de Refrigeração	✓	---	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Instalação dos Equipamentos de Refrigeração e Respectivos Acessórios	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Instalação de Válvula para Sistema de Refrigeração	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
Equipamento do Sistema de Água de ar Condicionado	Qualidade dos Equipamentos para Sistema de Ar Condicionado	✓	---	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Instalação de Válvula do Sistema	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Instalação de Torre de Refrigeração, Bomba de Água, Depósito de Água, Tanque de Água, Tanque de Distribuição de Água e , Tanque de Armazenamento a Frio	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
Protecção Contra Corrosão e Isolamento Térmico de Tubagens de Água	Qualidade de Isolante Térmico	✓	---	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Qualidade de Instalação de Isolante Térmico e Respectiva Pintura	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Qualidade de Instalação de Isolante Térmico e Respectivo Pintura	✓	---	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Qualidade de Execução da Pintura Anti-Corrosiva	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
	Isolamento Térmico de Válvula de Tubagens ⁽²⁾	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---
Isolamento Térmico das Conduitas de Ar	Qualidade de Isolante Térmico	✓	---	100%	a, b GB 50243 [4]	O teste de amostragem é realizada pela terceira entidade
	Qualidade de Execução do Material do Isolante Térmico	---	✓	100%	a, b GB 50243 [4]	---



Nota:

Itens para inspeção:

- (1) Eliminação de Impurezas de Tubagens de (Cobre): a eliminação de impurezas do sistema de tubagens deve ser feita com ar ou nitrogénio seco comprimido e esfregado durante 5 minutos com pano de cor clara, considerado aceitável caso não haja nenhuma sujidade.
- (2) Isolamento Térmico de Válvula de Tubagens: os componentes de isolamento térmico da válvula de tubagens, procedimentos de monitorização e flange devem ser desmontáveis de forma independente.

Norma a Cumprir:

- (a) Requisitos da proposta e peças escritas do projecto
- (b) Especificações Técnicas/Cadernos de Encargos
- (c) Artigo 2.º, cláusula 11.º do Regulamento de Segurança Contra Incêndios, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 24/95/M de Macau

Frequência Recomendada da Inspeção:

- ❶ Se a entidade fiscalizadora e a unidade de controlo de qualidade tiverem dúvidas ou incerteza sobre a qualidade do sistema de tubagens, podem colher uma amostra do sistema de tubagens entregue ou instalado de acordo com os requisitos da cada especificação do sistema e realizar inspeção destrutiva de modo a garantir que a estrutura interna e o material do sistema sejam consistentes com os dados técnicos aprovados.

3. Inspeção, Ensaio e Recepção (Continuação)

Durante as obras do sistema de ar condicionado, deve utilizar equipamentos com certificado de calibração válida, realizadas pelos profissionais qualificados fornecidos pelo empreiteiro. Caso seja necessário enviar os testes e o registo de inspeção para conseguir a aprovação, o respectivo registo de inspeção feito pelo empreiteiro deve ser devidamente confirmado e assinado pelo relativo profissional dos campos relevantes (excepto para terceira entidade de inspeção aprovada pelo departamento governamental de Macau). Os itens para ensaio e recepção representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção de Obras do Sistema de Ar Condicionado							
Método de Ensaio	Itens para Ensaio	Qualidade de Instalação	Desempenho de Sistema	Frequência do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Inspeção da Fuga do Ar para Tubagens de Pressão Média ou Superior/Tubagens de sistema da extracção do ar ⁽¹⁾	✓	✓	10%/100% ③	a DW/143 [6] SMACNA [7]	(i)	Realizada pela terceira entidade de inspeção	
Inspeção de Número de Vezes para Renovação do Ar (se houver parâmetros de projecto)	✓	✓	5% no mín. um compartimento	a	(ii)	Deve submeter registo para aprovação	
Inspeção do Volume da Saída de Ar (equilíbrio do ar) e Temperatura (se houver parâmetro no projecto) ⁽²⁾	✓	✓	100%	a GB 50243 [4] ASHRAE handbook [8]	(ii)	Deve submeter registo para aprovação	
Verificação do Estado de Pressão (aplicável na sala de doenças transmissíveis)	---	✓	100%	a ASHRAE handbook [8]	(iv)	Deve submeter registo para aprovação	
Tubagens (de Aço e Cobre) Inspeção da Qualidade Visual da Soldadura de Tubagens (incluindo tubagens de aço e cobre)	✓	---	100%	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	(iv)	Deve submeter registo para aprovação	
Teste da Espessura da Pintura de Tubagens (de Água)	---	✓	Inspeção de amostragem em cada lote ① ②	a	(iv)	Deve submeter registo para aprovação	
Teste de Pressão de Tubagens (de Água)	✓	---	100%	a GB 50243 [4] ASME B31.9 [9]	(iv)	Deve submeter registo para aprovação	



Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção de Obras do Sistema de Ar Condicionado							
Método de Ensaio	Itens para Ensaio	Qualidade de Instalação	Desempenho de Sistema	Frequência do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Teste do vácuo e de pressão de tubagens (de cobre)		✓	---	100%	a GB 50243 [4]	(iv)	Deve submeter registo para aprovação
Teste de Equilíbrio do Sistema de Ar Condicionado do Tipo “Tudo-água”		---	✓	100%	a GB 50243 [4] ASHRAE handbook [8]	(iv)	Deve submeter registo para aprovação
Inspeção da Qualidade do Ar Interior (Se Aplicável)		---	---	---	---	(iv)	Pode consultar o respectivo Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade para Projecto de Engenharia
Qualidade da Água do Ar Condicionado		---	✓	Uma vez a cada tipo de torre de refrigeração	a Código de Prática de Sistema de Ar Condicionado do Tipo “Tudo-água” [10]	(iii)	Realizado pela terceira entidade
Teste de Diferentes Componentes do Sistema (incluindo no mín. máq. de ventilação, unidade de ventilo-convectors, caixa de ventilação, torre de refrigeração, bomba de água, unidade de ligação, sala de controlo do sistema, ar condicionado tipo “split”) ⁽⁴⁾		---	✓	100% e 5% ¹	a	(iv)	Deve submeter o registo de inspeção e o teste de amostragem é realizada pela terceira entidade
Teste de Pressurização na Escada		---	✓	100%	a Regulamento de Segurança Contra Incêndios [11] BS 5588-4 [12] Código de Prática de Instalações e Equipamentos de Segurança Contra Incêndios de Hong Kong [13]	(iv)	Deve submeter registo para aprovação

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção de Obras do Sistema de Ar Condicionado							
Método de Ensaio	Itens para Ensaio	Qualidade de Instalação	Desempenho de Sistema	Frequência do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Teste de Ruído no Local (se aplicável)		---	✓	100% e 5% ①	a Decreto Lei 8/2014[14] Despacho248/2014 [15]	(iv)	Deve submeter o registo de inspeção e o teste de amostragem é realizada pela terceira entidade
Teste da Ligação com o Sistema de Protecção Contra Incêndio		---	✓	100%	---	(iv)	Deve submeter registo para aprovação

Nota:**Norma a Cumprir:**

- (a) Requisitos para documentos de concurso e peças escritas do projecto

Método de Inspeção:

- (1) Inspeção da Fuga do Ar para Tubagens: Utilização da pressão positiva com o auxílio de um dispositivo de ensaio de fuga de vento para a medição de fuga de fluxo no sistema em geral ou por secções. Durante a inspeção, devem garantir o fecho para todas as aberturas e não devem registar-se qualquer fuga.
- (2) Inspeção do Volume da Saída de Ar e Temperatura: A inspeção do volume da saída de ar deve estar de acordo com as disposições do manual ASHRAE [8], pode ser utilizado o quadro de referências do tubo de pitot e touca para medição de caudal e temperatura.
- (3) A amostragem da água da torre de refrigeração deve ser feita na entrada da água para o torre, recolhida sob a bandeja de água ou por baixo do material de preenchimento, longe do ponto de distribuição de medicina e entrada de água e posição de ventilação. A torneira deve ser aberta no mínimo 30 segundos para a devida recolha de amostra de água.
- (4) Os itens testados para unidades individuais no sistema de ar condicionado devem incluir:
 - Máquina de ventilação: grau de isolamento eléctrico, tensão eléctrica, corrente de partida, corrente de operação, frequência de operação (se aplicável), volume de ar, pressão do ar, valor de ruído, parada de emergência (se aplicável);
 - Unidade de ventilo-convectoras: tensão eléctrica, corrente de operação, volume de ar, temperatura do ar de saída, temperatura do ar de retorno, temperatura ambiente, função de refrigeração (aquecimento), função do painel do controlo, valor de ruído;
 - Unidade principal: isolamento eléctrico, tensão eléctrica, corrente de partida, corrente de operação, frequência de operação (se aplicável), volume de ar, pressão do ar, temperatura da água de entrada e saída, pressão da água de entrada e saída, temperatura do ar de saída, temperatura do ar de retorno, valor de ruído, parada de emergência (se aplicável);
 - Torre de refrigeração: isolamento eléctrico, tensão eléctrica, corrente de partida, corrente de operação, frequência de operação (se aplicável), fluxo de água de entrada e saída (se aplicável), pressão da água de entrada e saída, temperatura da água de entrada e saída, volume de ar, valor de ruído, parada de emergência (se aplicável);
 - Bomba de água: isolamento eléctrico, tensão eléctrica, corrente de partida, corrente de operação, frequência de operação (se aplicável), fluxo (se aplicável), pressão da água de entrada e saída, valor de ruído, parada de emergência (se aplicável);
 - Unidade de ligação: tensão eléctrica, corrente de operação, temperatura do ar de saída, temperatura do ar de retorno, temperatura ambiente, função de refrigeração

- (aquecimento), função do painel do controlo, valor de ruído;
 - Sala de controlo do sistema: tensão eléctrica, corrente de operação, temperatura e humidade do ar de saída, temperatura e humidade do ar de retorno, temperatura e humidade interna, volume de ar, função do painel do controlo, função de temperatura e humidade constante, função de alarme (testado pelo fabricante);
 - Ar condicionado tipo “split”: tensão eléctrica, corrente de operação, temperatura de saída de ar, temperatura do ar de retorno, temperatura ambiente, função de refrigeração (aquecimento), função do painel do controlo, valor de ruído.
- (5) Deve garantir, para o teste de pressurização das escadas em conformidade com os requisitos de BS5588-4, todas as portas das escadas estejam fechadas para medição da diferença da pressão entre escada de cada piso e a área da proteção do fogo (corredor), em seguida, verificar o volume de ar causado a partir da acção de abrir a porta.

Frequência recomendada da inspecção:

- ❶ Quando as especificações técnicas/os cadernos de encargos indicam que o resultado do teste/parâmetros têm um impacto importante na construção ou qualidade do projecto, devem ser considerados para inspecção de amostragem. A entidade de controlo de qualidade recomenda que a frequência geral de inspecção de amostragem realizada pela terceira entidade seja 5%, mas podem ajustar-se de acordo com a situação real. Quando os resultados dos testes de amostragem não satisfizerem os requisitos, devem ajustar ou substituir as peças ou sistemas de ensaio e, em seguida, realizam-se de novo os testes semelhantes. A entidade de controlo de qualidade pode aumentar a frequência de inspecção de amostragem de acordo com a situação real para garantir que a qualidade atenda aos requisitos.
- ❷ A frequência de amostragem recomendada para inspecção de espessura da pintura de tubagens é de 50 pontos em cada conjunto de 10 exemplares.
- ❸ A frequência de ensaio de amostragem do sistema da extracção do ar contra incêndio /sistema de ventilação da média pressão é de 10%. A frequência da inspecção de amostragem do sistema de ventilação da alta pressão é de 100%.

Critério de Aceitação:

- (i) O critério de aceitação para inspecção da fuga do ar para tubagens deve estar de acordo com os requisitos de DW/143 [6], onde os parâmetros do limite da fuga encontra-se no quadro seguinte. No caso dos resultados do ensaio se encontram insatisfeitos, deve rectificar-se devidamente e proceder-se para uma próxima verificação. Se falhar numa próxima verificação, o relativo lote de tubagens deve ser rejeitado.

Tipo de Pressão de Tubagens	Limite de Pressão		Máxima Velocidade de Vento (m/s)	Limite de Fuga $L/s \cdot m^2$
	Positiva (Pa)	Negativa (Pa)		
Tubagens de Baixa Pressão– Tipo A	500	500	10	$0.027 \times p^{0.65}$
Tubagens de Média Pressão– Tipo B	1000	750	20	$0.009 \times p^{0.65}$
Tubagens de Alta Pressão– Tipo C	2000	750	40	$0.003 \times p^{0.65}$

- (ii) Os resultados da inspeção não podem exceder a $\pm 10\%$ em relação aos requisitos do projecto. No caso dos resultados não estarem de acordo com os requisitos, devem proceder-se ao adequado trabalho de reforço e deve ser aumentada número de inspeções para uma próxima verificação.
- (iii) Requisitos da qualidade da água do ar condicionado:

1. Requisitos da água do resfriamento da torre de refrigeração

	Parâmetros de Verificação	Critério de Aceitação da Qualidade da Água
(1)	Quantidade total de bactérias heterotróficas	< 100,000 cfu/mL
(2)	Quantidade de germes da doença dos legionários	< 10 cfu/mL
(3)	Condutividade eléctrica (25°C)	< 1,500 $\mu S/cm$
(4)	Quantidade de substância dissolvida	< 1500 ppm
(5)	Quantidade de matéria suspensa	< 180 ppm
(6)	Dureza de iões cálcio	< 500 ppm
(7)	pH (25°C)	8~10
(8)	Concentração de alcalinidade	80~500 ppm
(9)	Bactericida oxidante (cujo ingrediente é cloreto, etc.)	De acordo com as especificações do fabricante
(10)	Concentração do inibidor (cujos ingredientes são ortofosfatos, sulfatos, silicatos, nitritos, organofosforados, etc.)	De acordo com as especificações do fabricante
(11)	Temperatura	Temperatura ideal do sistema
(12)	Cloreto	< 200 mg/L
(13)	Sulfato SO_4^{2-}	< 200 mg/L
(14)	Ferro	< 1.0 mg/L
(15)	Cloro residual	< 0.3 ppm
(16)	5 dias da demanda bioquímica de oxigénio	≤ 40 mg/L ^(a)
(17)	Demanda química de oxigénio	≤ 150 mg/L ^(a)

(18)	Alumínio	≤ 10.0 mg/L ^(a)
(19)	Arsénio	≤ 1.0 mg/L ^(a)
(20)	Cádmio	≤ 0.2 mg/L ^(a)
(21)	Chumbo	≤ 1.0 mg/L ^(a)
(22)	Cobre	≤ 1.0 mg/L ^(a)
(23)	Cromo total	≤ 2.0 mg/L ^(a)
(24)	Cromo hexavalente	≤ 0.1 mg/L ^(a)
(25)	Manganés	≤ 2.0 mg/L ^(a)
(26)	Mercúrio	≤ 0.05 mg/L ^(a)
(27)	Níquel	≤ 2.0 mg/L ^(a)
(28)	Selénio	≤ 0.5 mg/L ^(a)
(29)	Zinco	≤ 5.0 mg/L ^(a)

^(a) Referência de acordo com Regulamento de Águas e de Drenagem de Águas Residuais, pode consultar Anexo X para mais pormenores.

(iv) Quando os resultados da verificação não atendem aos requisitos, deve ser ajustado ou substituído a unidade ou o sistema de verificação para uma nova verificação.

Nota:

1. Se a inspeção de qualidade da água falhar em qualquer um dos parâmetros acima indicada, deve ser rectificado para uma nova inspeção de qualidade da água.

4. Regulamentos citados / Documentos técnicos de referência

- [1] SMACNA HVAC Duct Construction Standards Metal and Flexible, 1995
- [2] DW/144, Specification for sheet metal ductwork- Low, medium and high pressure / velocity air systems
- [3] ASHRAE/ ANSI/ SMACNA Standard 126-2000, Method of Testing HVAC Air Ducts, American Society of Heating, Refrigerating, And Air-Conditioning Engineers, Inc. 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, Ga 30329
- [4] GB 50243-2002, Padrões nacionais da República Popular da China, Especificações da aceitação da qualidade para a construção da engenharia da ventilação e do condicionamento de ar
- [5] DW/142, Specification for sheet metal ductwork- Low, medium and high pressure / velocity air systems
- [6] DW/143, Ductwork Leakage Testing
- [7] SMACNA HVAC Air Duct Leakage Test Manual, 1985
- [8] ASHRAE handbook, Application 1999
- [9] ASME B31.9, Building Services Piping
- [10] 水冷式空調系統實務守則 第二部: 冷卻塔操作及維修 2006 年版, 香港機電工程署
- [11] 澳門政府六月九日法令第 24/95/M 號<防火安全規章>, 澳門消防局



- [12] BS 5588-4-1998 Fire precautions in the design, construction and use of buildings – Part 4: Code of practice for smoke control using pressure differentials.
- [13] 香港最低限度之消防裝置及設備守則
- [14] 第 8/2014 號法律 – 預防和控制環境噪音
- [15] 第 248/2014 號行政正官批示
- [16] 通風空調工程施工與質量驗收實用手冊，中國建材工業出版社
- [17] Building Service Branch, Testing and Commissioning Procedure No.1 for Air-Conditioning, Refrigeration, Ventilation and Control Monitoring & Control System Installation in Government Buildings, Hong Kong. Building Services Branch, Architectural Services Department, 2002 Edition
- [18] 建築工程質量控制與驗收，中國建築工業出版社