



MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO DO PROJETO DE VENTILAÇÃO NATURAL E EXAUSTÃO GRAVITACIONAL



Hangar da Marinha do Brasil

Proprietário:	Centro de Intend. Da Marinha em S. Pedro da Aldeia
CNPJ:	35.299.112/0001-70
Endereço:	Rua Comandante Ituriel, S/N, São Pedro da Aldeia, RJ
Objeto:	Hangar aeronáutico com 1.050 m ² de área construída.
Versão do Documento	Revisão 01

Responsável Técnico: Eng. Mec. Arthur Ribeiro Rezende
CREA 1016906498 D-GO

ÁGUA BOA - MT

AGOSTO DE 2026

SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
1 INTRODUÇÃO:	2
1.1 Das Possíveis Divergências de Informação:	2
2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS:	3
3 DESCRIÇÃO GERAL DAS INSTALAÇÕES:	3
3.1 Do Funcionamento do Sistema por Efeito Chaminé e Pressão Dinâmica do Vento:	3
3.2 Justificativa Técnica das Soluções Adotadas:	4
3.2.1 Por que Ventilação Natural Gravitacional	4
3.2.2 Por que Lanternins Múltiplos e Paralelos Contínuo:	4
3.2.3 Porque Sistema Venezianas Industriais com Alta Permeabilidade:	4
4 PREMISSAS DE PROJETO:	4
4.1 Geometria e Parâmetros da Edificação:	4
4.2 Proteção Contra Intempéries e Fauna (Tela Anti-Pássaros):	4
4.3 Conforto Térmico e Níveis de Ruído Operacional:	5
5 ESPECIFICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E ACESSÓRIOS:	5
5.1 Sistema de Exaustão Natural – Lanternim Gravitacional:	5
5.2 Sistema de Admissão de Ar – Venezianas Industriais	6
5.3 Elementos de Fixação, Vedação e Arremates:	6
6 INTERFACES ELÉTRICAS E ESTRUTURAIS	6
7 DIVISÃO DE RESPONSABILIDADES NA EXECUÇÃO:	6
7.1 Responsabilidades do Contratante	7
7.2 Responsabilidades da Empresa Instaladora	7
7.3 Responsabilidades do Projetista	7
7.4 Interfaces com Outras Disciplinas (Arquitetura, Civil, Elétrica e Hidráulica)	7
8 TESTES, COMISSONAMENTO E RECEBIMENTO DA INSTALAÇÃO	7

1 INTRODUÇÃO:

Este Memorial Técnico Descritivo tem por objetivo detalhar as diretrizes de projeto, dimensionamento, seleção de materiais e orientações de montagem do Sistema de Ventilação Natural e Exaustão Gravitacional projetado para o Hangar Aéreo.

O sistema foi concebido para proporcionar conforto térmico interno, renovação contínua do ar, eliminação de bolsões de calor no terço superior da edificação e dispersão de contaminantes ou fumaça, sem consumo de energia elétrica operacional. **Sua leitura é imprescindível aos instaladores responsáveis.**

1.1 Das Possíveis Divergências de Informação:

Em caso de divergências entre as informações e recomendações contidas neste Memorial Técnico, na Prancha do Projeto, nos Memoriais de Cálculo e nas especificações dos fabricantes dos sistemas de ventilação, a seguinte ordem de prioridade deve ser respeitada:

1. Manual do Fabricante;
2. Prancha do Projeto;
3. Memoriais de Cálculo;
4. Memorial Técnico Descritivo;

2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS:

As especificações de equipamentos, materiais e os métodos construtivos deverão estar de acordo com os requisitos aplicáveis da última edição dos seguintes códigos, padrões e normas:

- **ABNT NBR 16401-1** - Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 1: Projetos das instalações;
- **ABNT NBR 16401-2** - Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 2: Parâmetros de conforto térmico;
- **ABNT NBR 16401-3** - Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 3: Qualidade do ar interior;
- **ABNT NBR 15220-2/3** - Desempenho Térmico de Edificações (Cálculo de transmitância e estratégias de ventilação natural);
- **ASHRAE Handbook - Fundamentals (Chapter 24: Thermal Comfort & Natural Ventilation)** – Critérios globais de ventilação por efeito chaminé e pressão do vento;
- **NR-18 / NR-35 (MTE)** – Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção e Trabalho em Altura;
- **Normas do Corpo de Bombeiros Militar** – Requisitos de ventilação e controle de fumaça.

Outras normas podem ter sido aplicadas – na ausência de especificações nas normas supracitadas - das seguintes instituições:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ISO - International Organization for Standardization;
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers;
- SMACNA - Sheet Metal and Air Conditioning Contractors Association, Inc;
- Corpo de Bombeiros Militar do Estado em que a obra se localiza;

3 DESCRIÇÃO GERAL DAS INSTALAÇÕES:

O projeto contempla um sistema passivo de ventilação cruzada e exaustão térmica contínua composto por dois elementos fundamentais:

- Admissão de Ar Fresco (Tomadas de Ar Inferiores): Garantida através de 44 m² de Venezianas Industriais distribuídas ao longo dos fechamentos laterais.
- Exaustão de Ar Quente (Saída Superior): Promovida por 04 Lanternins Gravitacionais de Cobertura com 53,6 metros lineares de extensão.

3.1 Do Funcionamento do Sistema por Efeito Chaminé e Pressão Dinâmica do Vento:

O funcionamento baseia-se na combinação de dois fenômenos físicos passivos:

Efeito Chaminé (Térmico): O calor gerado internamente (radiação solar na cobertura e fechamentos, equipamentos e motores de aeronaves/máquinas) aquece o ar interior. O ar aquecido torna-se menos denso e ascende naturalmente em direção à cumeeira. Ao alcançar o topo, o ar quente é expelido continuamente através da abertura do lanternim, gerando uma zona de depressão relativa no nível do piso.

Pressão Dinâmica (Entrada de Ar): A depressão criada pela exaustão superior força a aspiração de ar externo fresco, em menor temperatura, pelas venezianas industriais instaladas nas cotas mais baixas da edificação, completando o ciclo contínuo de varredura e renovação do ar.

3.2 Justificativa Técnica das Soluções Adotadas:

3.2.1 Por que Ventilação Natural Gravitacional

Em hangares aéreos e galpões industriais de grande volume específico e pé-direito elevado, o condicionamento de ar por refrigeração mecânica torna-se inviável devido aos elevadíssimos custos de implantação, consumo de energia e constantes aberturas dos grandes portões de hangar. O sistema passivo oferece:

- **Custo operacional zero:** Isenção de consumo de energia elétrica para movimentação do ar;
- **Operação silenciosa e ininterrupta:** Sem peças móveis ou motores sujeitos a falhas eletromecânicas;
- **Manutenção reduzida:** Ausência de substituição periódica de correias, motores e filtros complexos.

3.2.2 Por que Lanternins Múltiplos e Paralelos Contínuo:

Um único lanternim contínuo instalado ao longo do ponto mais alto da cobertura (cumeeira) não seria viável, visto que o edifício possui um telhado com apenas uma água/caimento, e este modelo de lanternim, mais tradicional, necessita de uma cumeeira na projeção do ambiente. Para além disso, a geometria do lanternim em si varia seguindo os fabricantes, por tanto, a adoção de um conjunto de lanternins paralelos, alinhados com as telhas e com o caimento do telhado, dará mais flexibilidade, permitindo-se instalar comprimentos mais variados buscando alcançar assim a área livre projetada. Um espaçamento dos elementos com uma extensão apropriada assegurará distribuição uniforme da exaustão ao longo de toda a área do hangar, evitando zonas mortas de estagnação de ar.

3.2.3 Porque Sistema Venezianas Industriais com Alta Permeabilidade:

Venezianas convencionais (com inclinação acentuada ou pouca abertura) oferecem alta resistência à passagem do ar (permeabilidade baixa, por volta de 20-25%). A opção por venezianas de **alta permeabilidade aerodinâmica (~52%)** com aletas fixas a 40° otimiza a área livre efetiva de entrada, reduzindo a perda de carga e garantindo o fluxo necessário sem aumentar desnecessariamente a área de abertura na alvenaria/fechamento.

4 PREMISSAS DE PROJETO:

4.1 Geometria e Parâmetros da Edificação:

O Hangar tem 50 metros de comprimento, 21 metros de largura, pé direito máximo de 14,53m e mínimo de 11,70m. Ele conta com 8 folhas de portão móveis na frente, cada uma com aproximadamente 20,7cm de largura, o que comporta alguns modelos de venezianas sejam instalados nelas. Ele possui construção interna no fundo e na lateral esquerda (ao entrar no galpão), enquanto na lateral direita (ao entrar no galpão) possui uma mureta de aproximadamente 1,8m. O restante das paredes do galpão é feito em calhas metálicas.

4.2 Proteção Contra Intempéries e Fauna (Tela Anti-Pássaros):

Estanqueidade à água: O lanternim possui geometria aerodinâmica com calhas/telhados difusores e recobrimentos dimensionados para impedir a entrada de águas pluviais, mesmo sob condições de ventos fortes e chuvas oblíquas.

Barreira física: Tanto o lanternim quanto as venezianas industriais serão equipados com **tela anti-pássaros** em aço galvanizado (malha de 25x25 mm e fio 1,24 mm) em toda a sua extensão, impedindo a entrada de aves no interior do hangar, requisito crítico em instalações aeronáuticas.

Resistência à corrosão: todo o material deve possuir resistência à atmosfera salitrosa predominante na região.

4.3 Conforto Térmico e Níveis de Ruído Operacional:

Ruído: Por tratar-se de um sistema 100% passivo e gravitacional, o nível de pressão sonora gerado pelo sistema é NC-0 (nulo), eliminando ruídos de ventiladores ou motores.

Ganhos Térmicos: O sistema foi dimensionado para manter a temperatura interna do hangar próxima à temperatura ambiente externa à sombra, eliminando o efeito de estufa causado pela radiação solar incidente na cobertura metálica.

5 ESPECIFICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E ACESSÓRIOS:

Todos os materiais e equipamentos especificados neste projeto, bem como suas marcas e modelos, o foram por suas características técnicas e construtivas. Essas características foram consideradas nos cálculos de dimensionamento, no posicionamento, na potência e nas recomendações dos fabricantes. Estes equipamentos e materiais poderão ser substituídos por outros equivalentes, devendo o(s) critério(s) de equivalência ser(em) feito(s) sob escrutínio exclusivo do cliente, assessorado pelo projetista ou outro profissional com formação no segmento de refrigeração.

Para comprovação da equivalência deverá ser apresentada, ao cliente, pela empresa executora deste projeto, justificativa por escrito para a substituição das partes especificadas neste documento, incluindo análise de características técnicas assinada por responsável técnico ou, se necessário, memorial de cálculo para seleção dos equipamentos propostos, acompanhado de catálogos com as especificações dos equipamentos e materiais.

A fabricação dos equipamentos deverá estar rigorosamente dentro dos padrões de projeto e de acordo com a presente especificação. As técnicas de fabricação e a mão-de-obra a ser empregada deverão ser compatíveis com as normas mencionadas, em sua última edição.

Todos os materiais empregados na fabricação dos equipamentos deverão ser novos e de qualidade, com composição e propriedades adequadas aos propósitos a que se destinam e de acordo com os melhores princípios técnicos e práticos usuais de fabricação, obedecendo às últimas especificações das normas de referência.

Todos os materiais devem possuir resistência à atmosfera salitrosa predominante na região.

A empresa executora deste projeto deverá comunicar casos de eventuais dúvidas ou omissões relevantes nesta especificação técnica, solicitando instruções antes de iniciar a instalação.

5.1 Sistema de Exaustão Natural – Lanternim Gravitacional:

- **Modelo/Linha:** Lanternim Exaustor Natural Gravitacional (Modelo ROB BC 800 pintados no Ral 9006 / Robert's Sistemas Industriais ou equivalente técnico). O fabricante deve garantir um coeficiente de descarga da abertura de 0,65.

- **Comprimento:** 53,6 metros lineares instalados em paralelo, ou valor equivalente para garantir a área livre indicada no Memorial de Cálculo.

- **Estrutura Suporte:** Tubos e perfis em aço A36/A307 com proteção por **Galvanização a Fogo (60 micras de espessura)**. Montagem 100% aparafusada com parafusos de alta resistência (grau 8.8) e proteção corrosiva, sem pontos de solda na obra.

- **Telhas e Revestimentos:** Telhas trapezoidais (TP 40) e fechamentos em chapa de aço Galvalume AZ-150 de espessura mínima 0,43 mm a 0,50 mm.

- **Acabamento/Cor:** Pintura eletrostática / pós-pintura na cor **Branco RAL 9003** nas faces aparentes.

- **Vedação Superior:** Cumeeira central única de equipamento garantindo estanqueidade total sem emendas sobre o vão de abertura.

- **Proteção:** Tela anti-pássaros em aço galvanizado (malha 25x25 mm, fio 1,24 mm) ao longo de todo o comprimento.

5.2 Sistema de Admissão de Ar – Venezianas Industriais

- **Modelo:** Venezianas Industriais Fixas (Linha Robert's CF 100 ou equivalente técnico).
- **Área Total de Aplicação:** 44 m².
- **Aletas:** Fabricadas em aço Galvalume AZ-150 de espessura 0,80 mm, pré-pintadas na cor **Branco RAL 9003** em ambas as faces.
- **Geometria / Eficiência Aerodinâmica:** Inclinação das aletas a **40°**, projetadas para oferecer permeabilidade mínima de **52% à passagem do ar**, garantindo máxima admissão de ar e retenção contra chuva.
- **Molduras e Perfis:** Em aço Galvalume 0,80 mm dobrado na cor Branco RAL 9003.
- **Proteção Integrada:** Tela anti-pássaros em aço galvanizado instalada no verso/entre aletas.

5.3 Elementos de Fixação, Vedação e Arremates:

- **Fixadores:** Parafusos autobrochantes em aço revestido contra corrosão (tipo Traxx com acabamento Clima Seal ou revestimento DURASEAL com certificação FM Approved).
- **Vedações e Estanqueidade:** Utilização de fitas de vedação em EPDM/mastic e selantes à base de poliuretano (PU) de alta performance e resistência a intempéries/UV nos encontros de rufos, calhas e telhas.
- **Perfis metálicos para as terças:** Perfis metálicos do tipo UDC 40x75x6000 mm com espessura de 2,65 mm.



Deverão ser instaladas terças sob a projeção do lanternim com perfil UDC 40x75x6000 mm e espessura de 2,65 mm, adequado à densidade linear do lanternim de referência especificado em projeto.

O uso de lanternim de marca/modelo diferente do especificado exigirá adequação do perfil metálico das terças à nova densidade linear.

6 INTERFACES ELÉTRICAS E ESTRUTURAIS

- **Sistema Elétrico:** Por tratar-se de um sistema de ventilação 100% passivo e gravitacional, não há necessidade de pontos de alimentação elétrica ou quadros de comando para o funcionamento rotineiro.
- **Ponto de apoio elétrico para instalação:** Cabe ao Contratante disponibilizar ponto provisório de energia (220V) para alimentação das ferramentas manuais e equipamentos da equipe durante a montagem.
- **Estrutura Suporte:** A estrutura metálica da cobertura do hangar deve prever as terças e pontos de ancoragem (abertura de cumeeira com largura de ~1.080 mm a 1.200 mm) compatíveis com a distribuição de carga do lanternim (~15 a 20 kg/m linear).

7 DIVISÃO DE RESPONSABILIDADES NA EXECUÇÃO:

Esta seção define, de forma objetiva, as responsabilidades e interfaces entre **contratante**, **empresa instaladora**, **demais disciplinas** e **projetista AVAC**, com o objetivo de assegurar a correta execução, comissionamento e recebimento da instalação, evitando retrabalhos e divergências de escopo.

7.1 Responsabilidades do Contratante

- Fornecer e garantir a execução das aberturas nos vãos de cobertura e paredes (recorte de telhas, terças estruturais de apoio e requadros civis);
- Disponibilizar local seguro e coberto para guarda e conservação dos materiais no canteiro de obras;
- Disponibilizar pontos de energia elétrica provisórios no canteiro, conforme demanda;
- Garantir frentes livres e desimpedidas para o içamento e montagem dos equipamentos;
- Disponibilizar ancoragens permanentes da edificação para fixação de linhas de vida e sistemas de segurança.

7.2 Responsabilidades da Empresa Instaladora

- Executar a montagem e instalação rigorosamente de acordo com os detalhes técnicos, normas de segurança e manuais do fabricante;
- Fornecer todos os equipamentos de proteção individual (EPIs) e coletivos (EPCs), incluindo linha de vida temporária, andaimes e cintos de segurança;
- Cumprir integralmente as normas regulamentadoras do MTE, em especial a **NR-18** e **NR-35** (trabalho em altura);
- Realizar o içamento seguro dos materiais até a cobertura (utilizando equipamento Munck ou guindaste apropriado);
- Assegurar a perfeita estanqueidade contra infiltrações de água de chuva nos arremates, rufos e pontos de fixação do lanternim;
- Elaborar e fornecer ao cliente o projeto *As-Built* após o término das instalações.

7.3 Responsabilidades do Projetista

- Esclarecer dúvidas técnicas de interpretação do projeto e das especificações aerodinâmicas;
- Avaliar eventuais solicitações de substituição de materiais por equivalentes técnicos;
- Validar alterações de layout que possam impactar o desempenho do fluxo gravitacional de ar.

7.4 Interfaces com Outras Disciplinas (Arquitetura, Civil, Elétrica e Hidráulica)

Alterações de layout, de perfil de uso dos ambientes, de cargas internas, de pé-direito, de fechamento de áreas técnicas, de mudança de equipamentos ou de rotas de dutos/tubulações podem exigir revisão do projeto.

Serviços não previstos no escopo (ex.: projeto específico de isolamento acústico, adequações civis especiais, automação predial avançada, testes especiais além dos previstos, entre outros) devem ser contratados à parte quando necessários.

- **Estrutural / Cobertura:** As terças de sustentação da cumeeira e a abertura do vão do telhado devem estar rigorosamente alinhadas antes do início do içamento do lanternim.
- **Fechamento Lateral:** Os requadros para fixação das venezianas industriais devem estar no esquadro e com acabamento concluído.

8 TESTES, COMISSIONAMENTO E RECEBIMENTO DA INSTALAÇÃO

Após a conclusão da montagem do lanternim e das venezianas industriais, a empresa instaladora realizará os procedimentos de verificação para o recebimento do sistema:

1. Inspeção Visual e Limpeza:

- Remoção de retalhos de chapas, parafusos sobressalentes, fitas e quaisquer detritos da cobertura e calhas do lanternim;
- Verificação do perfeito encaixe das telas anti-pássaros sem folgas que permitam a entrada de aves.

2. Teste de Estanqueidade à Água de Chuva:

- Realização de teste com lâmina/jato d'água direcionado nas junções dos rufos, vedações de poliuretano e telhado difusor para comprovar a ausência de gotejamento ou infiltrações para o interior do hangar.
3. **Verificação Operacional do Fluxo de Ar:**
- Checagem visual da livre circulação do ar pelas venezianas e do fluxo ascendente na exaustão do lanternim.
4. **Entrega da Documentação Técnica (Data Book):**
- Fornecimento do Certificado de Garantia dos Materiais (mínimo de 5 anos);
 - Entrega da Anotação de Responsabilidade Técnica (**ART**) de execução/projeto registrada no CREA.

Quando todas as condições de desempenho do sistema forem satisfatórias, dentro dos parâmetros assumidos, a instalação será considerada aceita.

0b1f2b7e-eda5-
4ce2-ac14-
a8010710f055

Assinado digitalmente por 0b1f2b7e-eda5-4ce2-ac14-a8010710f055
ND: CN=0b1f2b7e-eda5-4ce2-ac14-a8010710f055
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2026.08.04 17:21:50-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 2026.1.2

Engenheiro Mecânico Arthur Ribeiro Rezende
CREA: 1016906498D-GO