

**CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL —
CONDER**

CNPJ 23.773.012/0001-54

**MEMORIAL DESCRITIVO, MEMORIAL DE
CÁLCULO
E MANUAL DE INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO
DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

EDIFICAÇÃO INSTITUCIONAL — SEDE ADMINISTRATIVA DO CONDER

BR-282, km 640,810 — Linha Nossa Senhora Aparecida

Secção Estrada Geral Veado — São Miguel do Oeste/SC

Área total construída: 1.193,33 m² | Área climatizada: 447,33 m²

DOCUMENTO DESTINADO À LICITAÇÃO E À EXECUÇÃO DA OBRA

AUTORES PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA.

CNPJ 36.177.001/0001-53 — CAU/SC PJ 49023-1

SUMÁRIO

1. Identificação da obra e dos responsáveis técnicos
2. Normas e legislação aplicadas
3. Condições de projeto
4. Análise da insolação e da implantação
5. Caracterização da envoltória
6. Ambientes climatizados e premissas de ocupação
7. Metodologia do cálculo de carga térmica
8. Memorial de cálculo por ambiente
9. Quadro-resumo das cargas térmicas
10. Seleção e dimensionamento dos equipamentos
11. Ar exterior, ventilação e exaustão
12. Compatibilização com o pré-dimensionamento e ajustes necessários
13. Descrição do sistema adotado
14. Especificação técnica dos equipamentos
15. Tubulação frigorígena
16. Isolamento térmico
17. Drenagem de condensado
18. Suportação, bases e controle de vibração
19. Rede de dutos e difusão do ar
20. Instalações elétricas dos equipamentos
21. Automação, controle e modos de operação
22. Compatibilização com as demais disciplinas
23. Execução dos serviços
24. Testes, ensaios e comissionamento
25. Plano de manutenção e PMOC
26. Segurança do trabalho
27. Meio ambiente e fluidos refrigerantes

1. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA E DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

1.1 Dados da obra

Quadro 1 — Dados gerais da obra

Item	Descrição
Obra	Edificação institucional — Sede Administrativa do CONDER
Proprietário	Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional — CONDER
CNPJ	23.773.012/0001-54
Responsável legal	Maciel Schneider — CPF 045.338.149-99
Endereço da obra	BR-282, km 640,810, Linha Nossa Senhora Aparecida, Seção Estrada Geral Veado, São Miguel do Oeste/SC — CEP 89.900-000
Coordenadas	Latitude 26°46'12" S (−26,770096) / Longitude 53°28'38" O (−53,477160)
Uso	Institucional / administrativo, de uso público
Área total construída	1.193,33 m ² (térreo 440,35 m ² + pavimento superior 353,11 m ² + coberturas e estacionamento)
Área climatizada	447,33 m ² (37,5 % da área construída)
Sistema objeto	Climatização por expansão direta — unidades split individuais — e sistema de ventilação de ar exterior e exaustão mecânica
Empresa projetista	AUTORES Projetos de Engenharia Ltda. — CNPJ 36.177.001/0001-53

1.2 Responsáveis técnicos

Quadro 2 — Equipe técnica responsável

Profissional	Habilitação	Registro
Deise Mara Weth	Engenheira Civil	CREA/SC 157017-2
Charles Dall Orsoletta	Arquiteto e Urbanista	CAU A164709-1
Bruna Kelly Fontana	Arquiteta e Urbanista	CAU A96973-7
Andrea Costa	Designer de Interiores	—

RRT do projeto: n.º 17078136 — S117078136R01CT001, registrado em 09/07/2026.

1.3 Objeto e finalidade

Este documento reúne, em peça única, o memorial descritivo, o memorial de cálculo e o manual de instalação, operação e manutenção do sistema de climatização da Sede Administrativa do CONDER. Destina-se a servir de referência técnica para todas as etapas do empreendimento: licitação, orçamentação, contratação, execução, fiscalização, testes, comissionamento, recebimento, operação e manutenção do sistema ao longo de sua vida útil.

O documento foi elaborado com nível de detalhamento suficiente para que a execução da obra não dependa de interpretação ou de arbítrio da empresa executora. Toda situação não prevista expressamente neste memorial ou nos desenhos do projeto executivo deve ser submetida, por escrito, à fiscalização da obra e aos responsáveis técnicos antes de qualquer intervenção.

O presente memorial contempla, além do estritamente necessário à descrição do sistema:

- a análise da insolação e da implantação da edificação, com determinação dos azimutes reais das fachadas e cálculo da irradiância solar incidente;
- o cálculo analítico da carga térmica por ambiente, discriminado por componente (ganho solar, condução pela envoltória, ocupação, iluminação, equipamentos, ar exterior e infiltração);
- a seleção e o dimensionamento dos equipamentos, com verificação do fator de calor sensível;
- o dimensionamento do ar exterior de renovação e da exaustão mecânica;
- a especificação técnica dos equipamentos, materiais e acessórios, com ênfase em durabilidade e disponibilidade de assistência técnica;
- os procedimentos de instalação, ensaios, comissionamento e recebimento;
- o manual de uso e operação e o plano de manutenção preventiva, base para o PMOC.

1.4 Limites de responsabilidade dos projetistas

Os responsáveis técnicos respondem exclusivamente pelo conteúdo tecnicamente definido nos desenhos do projeto executivo de climatização e neste memorial. Não se estende a responsabilidade dos projetistas a:

- serviços, materiais, equipamentos ou soluções executadas em desacordo com o projeto ou com este memorial, ainda que por conveniência de execução;
- alterações de traçado, de posicionamento de equipamentos, de capacidades ou de especificações realizadas sem prévia autorização formal e por escrito dos projetistas;
- elementos, equipamentos, mobiliário e cargas internas não constantes do projeto e introduzidos posteriormente pelo proprietário ou por terceiros;
- consequências decorrentes da não execução dos sistemas complementares aqui indicados como necessários (notadamente a ventilação de ar exterior e a exaustão mecânica);
- desempenho do sistema quando a operação e a manutenção não observarem este manual e o PMOC.

Em qualquer divergência, dúvida, interferência não prevista ou impossibilidade de execução conforme descrito, a fiscalização da obra e os projetistas devem ser obrigatoriamente consultados antes do início ou da continuidade do serviço.

1.5 Hierarquia dos documentos

Havendo divergência entre este memorial e os desenhos do projeto executivo, prevalecem as cotas, capacidades e especificações da revisão mais recente do projeto executivo, ressalvado o disposto no capítulo 12 deste memorial, que consolida os ajustes decorrentes do cálculo analítico de carga térmica ora apresentado e que, uma vez incorporados às pranchas, passam a integrar o projeto. Prevalecem sobre ambos as exigências do edital de licitação e da legislação vigente.

2. NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICADAS

Relacionam-se a seguir exclusivamente as normas e os instrumentos legais efetivamente aplicados na concepção, no cálculo, na execução, na operação e na manutenção do sistema objeto deste memorial. A contratada deve verificar, antes do início dos serviços, se as edições indicadas permanecem vigentes, adotando sempre a edição em vigor na data da execução.

Quadro 3 — Normas técnicas de climatização e conforto térmico

Norma	Objeto	Aplicação neste projeto
ABNT NBR 16401-1	Instalações de ar-condicionado — sistemas centrais e unitários — Parte 1: Projeto das instalações	Método de cálculo de carga térmica, condições de projeto, vazões de ar (capítulos 3, 7 a 10)
ABNT NBR 16401-2	Parte 2: Parâmetros de conforto térmico	Temperatura e umidade internas, velocidade do ar nos ambientes (capítulo 3)
ABNT NBR 16401-3	Parte 3: Qualidade do ar interior	Vazão mínima de ar exterior, filtragem, exaustão de sanitários e copa (capítulo 11)
ABNT NBR 16655-1	Sistemas split e compactos até 18 kW — Parte 1: Projeto e instalação	Instalação das unidades, tubulação frigorígena, suportação (capítulos 15 a 18)
ABNT NBR 16655-2	Parte 2: Ensaio de estanqueidade, desidratação e carga de fluido	Ensaio de pressão, vácuo e carga de refrigerante (capítulo 24)
ABNT NBR 15220	Desempenho térmico de edificações	Transmitância térmica e capacidade térmica dos componentes da envoltória (capítulo 5)
ABNT NBR 6401 / ASHRAE Fundamentals	Métodos consagrados de cálculo de carga térmica	Temperatura sol-ar, modelo de céu claro e geometria solar (capítulos 4 e 7)

Quadro 4 — Instalações elétricas, segurança e trabalho em altura

Norma	Objeto	Aplicação neste projeto
ABNT NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão	Circuitos, proteção, seccionamento e aterramento dos equipamentos (capítulo 20)
NR-10	Segurança em instalações e serviços em eletricidade	Execução e manutenção dos pontos elétricos
NR-35	Trabalho em altura	Instalação e manutenção das condensadoras na cobertura e das evaporadoras em pé-direito duplo
NR-12	Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos	Proteções, partes móveis e bloqueio para manutenção
NR-6	Equipamento de proteção individual	EPI obrigatório em todas as fases
ABNT NBR 16280	Reforma em edificações — sistema de gestão de reformas	Intervenções futuras no sistema instalado

Quadro 5 — Qualidade do ar interior, saúde pública e manutenção obrigatória

Instrumento	Objeto	Aplicação neste projeto
Lei Federal n.º 13.589/2018	Torna obrigatório o Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) em edifícios de uso público e coletivo	Aplicável integralmente: a edificação é de uso público. PMOC obrigatório (capítulo 25)

Instrumento	Objeto	Aplicação neste projeto
Portaria GM/MS n.º 3.523/1998	Qualidade do ar em ambientes climatizados de uso público e coletivo	Conteúdo mínimo do PMOC, limpeza de componentes, responsável técnico
Resolução ANVISA RE n.º 09/2003	Padrões referenciais de qualidade do ar interior	Valores de referência para CO ₂ , fungos e material particulado (capítulos 11 e 27)
ABNT NBR 14679	Sistemas de condicionamento de ar — execução de serviços de higienização	Procedimentos de higienização periódica
ABNT NBR 13971	Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação — manutenção programada	Estrutura do plano de manutenção preventiva (capítulo 25)

Quadro 6 — Meio ambiente, eficiência energética e licitação

Instrumento	Objeto	Aplicação neste projeto
Lei Federal n.º 14.133/2021	Lei de Licitações e Contratos Administrativos	Vedação à indicação de marca sem justificativa; especificação por desempenho e admissão de equivalente técnico (item 14.8)
Lei Federal n.º 12.305/2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos	Destinação de fluido refrigerante recolhido, embalagens e equipamentos substituídos (capítulo 27)
Decreto n.º 99.280/1990 e Emenda de Kigali	Protocolo de Montreal — substâncias que destroem a camada de ozônio e HFC	Restrições e boas práticas no manuseio de fluidos refrigerantes (capítulo 27)
Lei Federal n.º 10.295/2001 e PBE/INMETRO	Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia	Exigência de classe A de eficiência energética para os condicionadores (capítulo 14)
ABNT NBR 14037 / NBR 5674	Manual de uso, operação e manutenção e gestão da manutenção predial	Estrutura do capítulo 25 deste memorial

3. CONDIÇÕES DE PROJETO

3.1 Localização e caracterização climática

A edificação situa-se em São Miguel do Oeste, extremo oeste de Santa Catarina, a aproximadamente 680 m de altitude, em região de clima subtropical úmido (Cfa na classificação de Köppen), caracterizada por verões quentes, com temperaturas máximas frequentemente superiores a 33 °C e elevada umidade relativa, e invernos frios, com possibilidade de geadas. Trata-se da faixa de maior rigor térmico de verão do Estado, o que é determinante para o dimensionamento do sistema.

Quadro 7 — Dados geográficos adotados no cálculo

Parâmetro	Valor adotado	Origem
Latitude	-26,7233° (26°43'24" S)	Coordenada do terreno
Longitude	-53,5186° (53°31'07" O)	Coordenada do terreno
Meridiano de referência	-45° (UTC-3)	Fuso horário de Brasília
Altitude	680 m	Altitude média do município
Pressão atmosférica local	93,42 kPa	Calculada pela equação barométrica (item 3.4)

3.2 Condições externas de projeto

Adotaram-se as condições externas de verão correspondentes à faixa de frequência de 2,5 % das horas do período quente, compatíveis com a estação climatológica de referência da região oeste catarinense, conforme critério da ABNT NBR 16401-1. Os valores devem ser confirmados pela contratada contra a tabela de condições climáticas da edição vigente da norma antes da aquisição dos equipamentos; caso a edição vigente apresente valores superiores, prevalecem os da norma.

Quadro 8 — Condições externas de projeto

Parâmetro	Verão	Inverno
Temperatura de bulbo seco (TBS)	34,0 °C	0,5 °C
Temperatura de bulbo úmido coincidente (TBU)	25,0 °C	—
Umidade absoluta (W)	18,01 g/kg de ar seco	—
Amplitude diária de temperatura	11,0 K	—
Hora do pico de temperatura externa	15 h (hora local)	—
Refletância do entorno (albedo)	0,20	0,20

A condição de inverno é apresentada para verificação da necessidade de aquecimento (item 13.4); a carga de projeto é governada pela condição de verão.

3.3 Condições internas de conforto

As condições internas foram estabelecidas conforme a ABNT NBR 16401-2, para ambientes de permanência prolongada, com vestimenta típica de escritório e atividade sedentária a muito leve, visando percentual de insatisfeitos inferior a 10 %.

Quadro 9 — Condições internas de projeto

Parâmetro	Verão	Inverno
Temperatura de bulbo seco	24,0 °C ± 1,0 K	21,0 °C a 22,0 °C
Umidade relativa	50 % (faixa admissível 40 % a 65 %)	≥ 30 %
Umidade absoluta (W)	10,10 g/kg de ar seco	—
Velocidade média do ar na zona ocupada	≤ 0,20 m/s	≤ 0,15 m/s
Nível de pressão sonora — escritórios e salas de reunião	35 dB(A) a 45 dB(A)	idem
Nível de pressão sonora — sala de reuniões do térreo	≤ 40 dB(A)	idem

A diferença de temperatura de projeto entre o ar exterior e o ar interior, base de todos os cálculos de condução e de carga de ar exterior, é portanto:

$$\Delta t = 34,0 - 24,0 = 10,0 \text{ K}$$

3.4 Correção por altitude

Em razão da altitude de 680 m, a pressão atmosférica local é inferior à do nível do mar, o que reduz a massa específica do ar e, conseqüentemente, a capacidade de transporte de calor por unidade de vazão volumétrica. A correção foi incorporada a todos os cálculos de carga de ar exterior, de infiltração e de vazão de insuflamento, evitando o subdimensionamento que resultaria do uso dos coeficientes tabelados ao nível do mar.

$$p = 101,325 \cdot (1 - 2,25577 \cdot 10^{-5} \cdot z)^{5,2559} = 93,42 \text{ kPa} \quad (z = 680 \text{ m})$$

$$\rho \text{ (ar interior a } 24 \text{ °C e } 50 \text{ \% UR)} = 1,0777 \text{ kg/m}^3;$$

$$c_p \text{ (ar úmido)} = 1,025 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)};$$

$$h_{lv} \text{ (calor latente de vaporização)} = 2.501 \text{ kJ/kg}.$$

Os coeficientes resultantes, empregados neste memorial, são: 1,105 W por (L/s·K) para a carga sensível e 2.695 W por (L/s) por unidade de razão de umidade, contra os usuais 1,23 e 3.010 ao nível do mar — diferença de aproximadamente 10 %, integralmente considerada.

3.5 Qualidade do ar interior

Por se tratar de edificação de uso público e coletivo, aplicam-se cumulativamente a ABNT NBR 16401-3, a Portaria GM/MS n.º 3.523/1998 e a Resolução ANVISA RE n.º 09/2003. Os parâmetros de referência a serem atendidos em operação são:

Quadro 10 — Parâmetros de qualidade do ar interior a atender

Parâmetro	Valor de referência	Origem
Dióxido de carbono (CO ₂)	≤ 1.000 ppm (diferencial máx. de 700 ppm sobre o ar exterior)	RE 09/2003 / NBR 16401-3
Aerodispersóides totais no ar (PM ₁₀)	≤ 80 µg/m ³	RE 09/2003
Contaminação microbiológica (fungos)	≤ 750 UFC/m ³ e relação interior/exterior ≤ 1,5	RE 09/2003

Parâmetro	Valor de referência	Origem
Temperatura e umidade	conforme item 3.3	NBR 16401-2
Vazão mínima de ar exterior	conforme capítulo 11	NBR 16401-3

4. ANÁLISE DA INSOLAÇÃO E DA IMPLANTAÇÃO

4.1 Orientação real da edificação

A orientação da edificação foi determinada a partir da rosa dos ventos grafada nas pranchas do projeto arquitetônico (ARQ 2/8, 3/8 e 4/8), que se encontra rotacionada em relação ao eixo do desenho. O norte geográfico forma ângulo de aproximadamente 148° no sentido horário com a vertical da prancha, do que resultam os azimutes de fachada abaixo. Esta determinação é premissa de todo o cálculo de ganho solar e substitui qualquer leitura aproximada do desenho.

Quadro 11 — Azimutes das fachadas (medidos a partir do norte, sentido horário)

Fachada na prancha	Orientação real	Azimute	Ambientes servidos
Superior (topo do desenho)	SSO — sul-sudoeste	212°	Sala de reuniões do térreo; varanda; recepção/antessala; Araucárias, Paineiras e Ipês Amarelos
Inferior (base do desenho)	NNE — norte-nordeste	32°	Copa, área de serviço e sanitários do térreo; salas de reuniões 01, 02 e 03 do 1.º pavimento
Lateral esquerda (empena)	ESE — leste-sudeste	122°	Varanda; Sala das Araucárias; Sala de Reuniões 01
Lateral direita	ONO — oeste-noroeste	302°	Recepção e antessala (pé-direito duplo)

4.2 Método de cálculo da irradiância incidente

A irradiância solar incidente em cada fachada foi calculada hora a hora, para cinco dias de projeto (21 de janeiro, 21 de fevereiro, 21 de março, 21 de novembro e 21 de dezembro), pelo modelo de céu claro, a partir da geometria solar real do local. Não foram empregados valores tabelados genéricos de insolação, o que permite considerar corretamente o efeito da rotação da implantação.

$$\delta = 23,45 \cdot \sin[360 \cdot (284 + n)/365]$$

$$\sin \beta = \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H + \sin \varphi \cdot \sin \delta$$

$$E_b = A \cdot \exp(-B / \sin \beta)$$

$$I = E_b \cdot \cos \theta + C \cdot E_b \cdot Y + \rho_{\text{solo}} \cdot E_b \cdot (\sin \beta + C)/2$$

δ — declinação solar; n — dia do ano;

β — altura solar; φ — latitude local; H — ângulo horário;

E_b — irradiância direta normal; A , B , C — coeficientes mensais do modelo de céu claro;

θ — ângulo de incidência entre o raio solar e a normal à superfície;

ρ_{solo} — refletância do entorno (0,20).

A hora solar verdadeira foi obtida a partir da hora legal pela correção de longitude e pela equação do tempo, de modo que os horários indicados neste memorial correspondem à hora local (fuso de Brasília).

4.3 Irradiância máxima incidente por fachada

Quadro 12 — Irradiância solar total máxima incidente e horário de ocorrência

Fachada	21/dez (solstício de verão)	21/jan	21/mar (equinócio)	21/jun (solstício de inverno)
NNE (32°)	405 W/m ² (9 h)	463 W/m ² (9 h)	702 W/m ² (9 h)	728 W/m ² (10 h)
ESE (122°)	840 W/m ² (7 h)	818 W/m ² (7 h)	581 W/m ² (7 h)	237 W/m ² (8 h)
SSW (212°)	652 W/m ² (16 h)	606 W/m ² (16 h)	324 W/m ² (16 h)	119 W/m ² (11 h)
WNW (302°)	669 W/m ² (15 h)	701 W/m ² (15 h)	817 W/m ² (15 h)	683 W/m ² (14 h)
Horizontal (cobertura)	1117 W/m ² (12 h)	1116 W/m ² (12 h)	—	—

Valores de céu claro, incluindo as parcelas direta, difusa e refletida pelo solo, antes da aplicação de qualquer dispositivo de sombreamento.

4.4 Leitura do comportamento solar da edificação

Do quadro acima decorrem as seguintes constatações, que orientaram o dimensionamento:

- A empena ESE (122°) é a superfície mais severamente exposta, recebendo até cerca de 840 W/m² por volta das 7 h no verão. É justamente a fachada onde se concentram as maiores áreas envidraçadas do conjunto: a janela J15 (6,39 × 3,01 m) da varanda, a J19 (6,70 × 2,50 m) da Sala das Araucárias e a J20 (6,24 × 2,50 m) da Sala de Reuniões 01. O pico de carga desses ambientes ocorre, por isso, no início da manhã, e não à tarde;
- A fachada ONO (302°), da recepção e antessala, recebe até cerca de 700 W/m² por volta das 15 h, coincidindo com o pico de temperatura externa. É a combinação mais desfavorável possível — máxima insolação e máxima temperatura simultâneas — agravada pelo pé-direito duplo e pela grande área envidraçada;
- A fachada SSO (212°), embora voltada ao quadrante sul, recebe até cerca de 650 W/m² no fim da tarde do verão (16 h), em razão da declinação solar. Não pode, portanto, ser tratada como fachada 'fria': é ela que governa o pico da maior parte dos ambientes do 1.º pavimento e da sala de reuniões do térreo;
- A fachada NNE (32°) apresenta pico moderado no verão (cerca de 405 W/m² às 9 h), mas é a fachada de maior incidência no inverno (cerca de 730 W/m² às 10 h), o que é favorável ao conforto na estação fria e reduz a eventual necessidade de aquecimento das salas de reuniões do 1.º pavimento;
- As superfícies horizontais recebem os maiores valores absolutos, superiores a 1.100 W/m² ao meio-dia de verão, o que torna a composição da cobertura fator determinante da carga do 1.º pavimento.

4.5 Dispositivos de proteção solar previstos em projeto

O projeto arquitetônico incorpora dispositivos de proteção solar cujo efeito foi quantificado no cálculo de carga térmica por meio de fatores de sombreamento aplicados à irradiância incidente:

Quadro 13 — Dispositivos de proteção solar e fatores de sombreamento adotados

Dispositivo	Localização	Fator de sombreamento adotado
Brises móveis de correr e brises fixos em alumínio amadeirado (B1 a B13), 3,00 a 3,72 m de largura × 3,64 m de altura	Fachadas do 1.º pavimento (SSO, NNE e ESE)	0,45
Projeção do pavimento superior sobre a fachada do térreo	Fachada SSO do térreo (sala de reuniões e varanda)	0,70
Pergolado em alumínio e inox com cobertura de vidro laminado 8+8 mm e película 3M 25 % fumê	Fachada ONO da recepção/antessala	0,55
Beiral e projeção de cobertura	Empena ESE da varanda	0,85
Cobertura ajardinada (grama, substrato, manta permeável, argila expandida e lona de alta tração sobre a laje)	Cobertura sobre as salas do 1.º pavimento	$\alpha = 0,25$ e $U = 0,70$ W/(m².K)

O fator 0,45 adotado para os brises corresponde à operação típica, com os elementos parcialmente fechados nos períodos de insolação direta. Com os brises integralmente abertos, a carga dos ambientes do 1.º pavimento eleva-se em até 18 %, conforme sensibilidade apresentada no item 12.5.

CONDIÇÃO DE PROJETO — OPERAÇÃO DOS BRISES

O desempenho calculado pressupõe que os brises móveis e automatizados estejam em funcionamento e sejam efetivamente operados nos períodos de insolação direta. A supressão dos brises, a sua não automatização ou a sua inoperância por falta de manutenção invalidam as premissas de cálculo e implicam capacidade instalada insuficiente.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLTÓRIA

5.1 Composição construtiva e propriedades térmicas adotadas

As propriedades térmicas abaixo foram adotadas a partir da composição construtiva indicada no projeto arquitetônico e nos memoriais das demais disciplinas, com valores compatíveis com a ABNT NBR 15220. Caso a execução adote composição diversa, a contratada deve comunicar os projetistas para reavaliação da carga térmica antes da aquisição dos equipamentos.

Quadro 14 — Transmitâncias térmicas e propriedades adotadas

Componente	Composição considerada	U [W/(m²·K)]	α	f	Atraso [h]
Parede externa	Alvenaria de blocos cerâmicos com revestimento em ambas as faces, pintura clara ou revestimento em ACM	2,40	0,45	0,50	4
Cobertura ajardinada	Laje de concreto + lona de alta tração + argila expandida + manta permeável + substrato + grama	0,70	0,25	0,20	7
Cobertura em laje + telha	Laje de concreto impermeabilizada + câmara de ar ventilada + telha de aluzinco ($i = 5\%$)	1,40	0,50	0,65	3
Cobertura em laje + ACM	Laje de concreto impermeabilizada + fechamento em ACM	1,75	0,50	0,75	2
Esquadrias externas	Vidro laminado incolor (6+6 mm) em caixilho de alumínio	5,50	FS = 0,78	—	—
Divisórias internas em vidro	Vidro laminado e temperado duplo com isolamento acústico	5,50	—	—	—
Piso térreo	Contrapiso sobre terreno, com porcelanato	desprezado	—	—	—
Laje entre pavimentos	Laje de concreto entre ambientes ambos climatizados	sem ganho	—	—	—

α — absorvância solar da superfície externa; f — fator de decremento da onda térmica; FS — fator solar do vidro. As transmitâncias das esquadrias devem ser confirmadas contra as fichas técnicas dos vidros efetivamente fornecidos, conforme o memorial de esquadrias.

5.2 Áreas envidraçadas por ambiente e orientação

Quadro 15 — Áreas de superfície transparente consideradas no cálculo

Amb.	Ambiente	Esquadrias consideradas	Orientação	Área [m²]	F. somb.
A-01	Sala de reuniões — térreo	P3 (5,50x2,50) x2 + P2 (3,57x2,50)	SSO 212°	36,43	0,70
A-03	Copa	J8 (1,20x0,80)	NNE 32°	0,96	1,00
A-04	Recepção + antessala	P1 (6,24x2,50) + J14 (6,24x2,50)	SSO 212°	31,20	0,70
A-04	Recepção + antessala	P5 (6,70x2,50) + P6 (2,00x2,50) + J1 (3,30x2,50) + J2 (2,10x2,50)	ONO 302°	35,25	0,55
A-05	Sala das Araucárias	J18 (5,50x2,50)	SSO 212°	13,75	0,45
A-05	Sala das Araucárias	J19 (6,70x2,50)	ESE 122°	16,75	0,45
A-06	Sala das Paineiras	J18 (5,50x2,50)	SSO 212°	13,75	0,45
A-07	Sala dos Ipês Amarelos	J17 (4,59x2,50)	SSO 212°	11,48	0,45

Amb.	Ambiente	Esquadrias consideradas	Orientação	Área [m²]	F. somb.
A-08	Sala de Reuniões 01	J9 (2,50×2,50)	NNE 32°	6,25	0,45
A-08	Sala de Reuniões 01	J20 (6,24×2,50)	ESE 122°	15,60	0,45
A-09	Sala de Reuniões 02	J9 (2,50×2,50)	NNE 32°	6,25	0,45
A-10	Sala de Reuniões 03	J9 (2,50×2,50)	NNE 32°	6,25	0,45
	TOTAL			193,92	

Dimensões conforme pranchas ARQ 2/8 e 3/8 e memorial de esquadrias. Áreas envidraçadas voltadas para ambientes internos igualmente climatizados foram desconsideradas por não haver diferencial térmico.

A relação entre área envidraçada externa e área climatizada é de $193,92 / 447,33 = 43,4\%$, valor elevado, que explica o predomínio da parcela solar na composição da carga térmica de praticamente todos os ambientes, conforme demonstrado no capítulo 8.

5.3 Coberturas

Quadro 16 — Coberturas sobre ambientes climatizados

Tipo de cobertura	Ambientes cobertos	Área [m²]
Cobertura ajardinada (jardim verde com grama)	Sala das Araucárias, Sala das Paineiras e Sala dos Ipês Amarelos	161,89
Laje impermeabilizada + telha de aluzinco (i = 5 %)	Salas de Reuniões 01, 02 e 03	59,78
Laje impermeabilizada + fechamento em ACM	Recepção e antessala (pé-direito duplo)	80,03
Laje entre pavimentos (sem ganho térmico)	Sala de reuniões do térreo e copa	145,63

A cobertura ajardinada reduz o ganho térmico pela cobertura a cerca de um quinto do valor que resultaria de uma laje impermeabilizada convencional, sendo elemento relevante do desempenho do 1.º pavimento. Sua supressão ou substituição implica revisão do dimensionamento.

6. AMBIENTES CLIMATIZADOS E PREMISSAS DE OCUPAÇÃO

6.1 Relação de ambientes climatizados

Quadro 17 — Ambientes climatizados, volumes e ocupação de projeto

Amb.	Ambiente	Pavimento	Área [m²]	Pé-direito [m]	Volume [m³]	Pessoas
A-01	Sala de Reuniões (Plenária) - Terreo	Térreo	128,34	2,90	372,2	200
A-03	Copa	Térreo	17,29	2,90	50,1	8
A-04	Recepção + Antessala (pé-direito duplo)	Térreo	80,03	7,50	600,2	30
A-05	Sala das Araucárias - Gestão Ambiental	1.º Pav	55,49	3,31	183,7	12
A-06	Sala das Paineiras - Licitações	1.º Pav	50,52	3,31	167,2	12
A-07	Sala dos Ipês Amarelos - Secretaria Executiva	1.º Pav	55,88	3,31	185,0	6
A-08	Sala de Reuniões 01 - 12 pessoas	1.º Pav	25,63	3,31	84,8	12
A-09	Sala de Reuniões 02 - 8 pessoas	1.º Pav	18,61	3,31	61,6	8
A-10	Sala de Reuniões 03 - 6 pessoas	1.º Pav	15,54	3,31	51,4	6
	TOTAL		447,33		1.756,3	294

O ambiente A-02 (Varanda) não recebe climatização artificial, por decisão do contratante refletida no projeto executivo (pranchas 1/4 a 4/4) — permanece em ventilação natural. A identificação A-02 e o par de unidades EVAP-04/COND-04 ficam reservados e não são utilizados. Os quantitativos deste memorial excluem integralmente esse ambiente.

6.2 Critério de ocupação adotado

A ocupação de projeto foi definida conforme orientação expressa do contratante, segundo os seguintes critérios:

- salas de trabalho (Araucárias, Paineiras e Ipês Amarelos): quantidade de pessoas definida pelo contratante conforme a lotação efetiva dos postos de trabalho — 12, 12 e 6 pessoas, respectivamente;
- salas de reuniões do 1.º pavimento: número de pessoas igual ao número de assentos indicado na própria denominação dos ambientes em projeto — 12, 8 e 6 pessoas;
- sala de reuniões do pavimento térreo (128,34 m²): 200 pessoas, conforme determinação expressa do contratante para a condição de evento;
- recepção e antessala da sala de reuniões: 30 pessoas, correspondentes ao público em espera e circulação associado ao evento da sala de reuniões, acrescido dos postos de atendimento;
- copa: 8 pessoas, em uso simultâneo de pico.

6.3 Ganhos internos adotados

Quadro 18 — Taxas de ganho interno adotadas

Fonte	Valor adotado	Observação
Pessoas — calor sensível	75 W/pessoa	Sentado, trabalho muito leve (NBR 16401-1)
Pessoas — calor latente	55 W/pessoa	Idem

Fonte	Valor adotado	Observação
Iluminação — escritórios e salas de reunião	12 W/m ²	LED, conforme memorial luminotécnico (DPI médio de 6,33 W/m ²), com margem para iluminação futura
Iluminação — sala de reuniões do térreo	15 W/m ²	Inclui iluminação cênica e de mesa diretora
Equipamentos — posto de trabalho	150 W/posto	Computador e monitor
Equipamentos — impressora por sala	90 W	Potência média com fator de utilização de 0,30
Equipamentos — sala de reuniões do térreo	2.400 W	Projetor multimídia, sistema de som (6 pontos), mesa diretora e apoios, conforme projeto elétrico
Equipamentos — salas de reunião do 1.º pav.	350 a 600 W	Monitor/TV e notebooks
Equipamentos — copa	1.500 W	Geladeira, micro-ondas, cafeteira e torneira elétrica, com fator de utilização; fogão servido por coifa exaustora
Equipamentos — recepção/antessala	1.000 W	Postos de atendimento, painel informativo e CFTV

7. METODOLOGIA DO CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

7.1 Considerações gerais

O cálculo foi conduzido pelo método das componentes, hora a hora, conforme os princípios da ABNT NBR 16401-1, determinando-se para cada ambiente a carga térmica máxima e o horário em que ela ocorre. Diferentemente do pré-dimensionamento por carga específica (BTU/h·m²) que integra as pranchas do projeto gráfico, o presente cálculo discrimina cada parcela de ganho térmico, o que permite verificar isoladamente a influência da insolação, da envoltória, da ocupação e do ar exterior, e torna o resultado auditável pela fiscalização.

Foram calculadas 14 horas (das 7 h às 20 h) em cada um dos cinco dias de projeto, totalizando 70 combinações por ambiente, adotando-se para cada ambiente o valor máximo obtido. O horário do pico não é o mesmo para todos os ambientes, o que é consequência direta da diversidade de orientações descrita no capítulo 4 e tem efeito relevante sobre a demanda elétrica simultânea.

7.2 Equação geral

$$q_{total} = q_{solar} + q_{cond,vidro} + q_{paredes} + q_{cobertura} + q_{interna} + q_{pessoas} + q_{ilum} + q_{equip} + q_{ar,ext} + q_{infil}$$

As parcelas sensível e latente são computadas separadamente, uma vez que o equipamento de expansão direta possui capacidade limitada de remoção de calor sensível e de calor latente em proporções definidas, conforme verificação do item 7.6.

7.3 Ganho solar através de superfícies transparentes

$$q_{solar} = A_{vidro} \cdot FS \cdot F_{somb} \cdot I \cdot CLF$$

A_{vidro} — área da superfície transparente [m²];

FS — fator solar do vidro (0,78 para vidro laminado incolor 6+6 mm);

F_{somb} — fator de sombreamento do dispositivo de proteção solar (quadro do item 4.5);

I — irradiância total incidente na superfície, calculada conforme item 4.2 [W/m²];

CLF — fator de acumulação térmica, adotado 0,80.

O fator de acumulação térmica de 0,80 considera que parcela do ganho solar radiante é absorvida pelas superfícies internas — piso em porcelanato sobre laje de concreto, alvenarias e mobiliário — e devolvida ao ambiente com atraso, não se convertendo instantaneamente em carga de resfriamento. A adoção de fator inferior a 1,00 é prática consagrada e evita o superdimensionamento que resultaria da consideração do ganho instantâneo integral.

7.4 Condução através de superfícies opacas — temperatura sol-ar

Paredes externas e coberturas foram calculadas pelo conceito de temperatura sol-ar, que incorpora o efeito conjunto da temperatura do ar exterior, da radiação solar absorvida pela superfície e da emissão de radiação de onda longa para a abóbada celeste:

$$t_{sa} = t_{ext} + (\alpha \cdot I / h_e) - (\varepsilon \cdot \Delta R / h_e)$$

t_{ext} — temperatura externa na hora considerada, obtida do perfil diário de 11 K de amplitude;

α — absorptância solar da superfície externa;

h_e — coeficiente de película externo, adotado 22,7 W/(m²·K);

$\varepsilon \cdot \Delta R / h_e$ — correção de radiação de onda longa, adotada 3,9 K para superfícies horizontais e nula para verticais.

A inércia térmica do componente é considerada pelo fator de decremento e pelo atraso térmico:

$$\Delta t_{eq} = (\bar{t}_{sa} - t_{int}) + f \cdot (t_{sa}(h - \text{atraso}) - \bar{t}_{sa})$$

$$q = U \cdot A \cdot \Delta t_{eq}$$

$\bar{t}_{sa}$ — temperatura sol-ar média das 24 horas do dia de projeto;

f — fator de decremento da onda térmica (quadro do item 5.1);

atraso — defasagem entre o pico externo e o pico do fluxo interno.

Esse tratamento é o que permite quantificar corretamente o benefício da cobertura ajardinada, cujo elevado atraso térmico (7 h) e baixo fator de decremento (0,20) deslocam e amortecem o pico de ganho pela cobertura para fora do horário de ocupação.

7.5 Ar exterior e infiltração

A vazão mínima de ar exterior foi determinada conforme a ABNT NBR 16401-3, nível 1, pela soma da parcela proporcional à ocupação e da parcela proporcional à área:

$$V_{ar,ext} = F_p \cdot P + F_a \cdot A$$

$F_p = 2,5$ L/(s·pessoa) — parcela por pessoa;

$F_a = 0,3$ L/(s·m²) — parcela por área de piso;

P — número de pessoas; A — área do ambiente [m²].

As cargas sensível e latente associadas, corrigidas para a altitude local conforme o item 3.4, são:

$$q_{ar,ext,sensível} = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t = 1,105 \cdot V[L/s] \cdot 10,0$$

$$q_{ar,ext,latente} = V \cdot \rho \cdot h_{lv} \cdot \Delta W = 2,695 \cdot V[L/s] \cdot 7,91$$

A infiltração de ar exterior foi considerada apenas na recepção, em razão das portas de acesso principal, adotando-se 0,30 renovação por hora, já descontado o efeito das cortinas de ar previstas no projeto elétrico. Nos demais ambientes, dotados de esquadrias com vedação e sem comunicação direta com o exterior, a infiltração foi desprezada, o que é compatível com a pressurização positiva resultante da insuflação de ar exterior prevista no capítulo 11.

7.6 Fator de calor sensível e verificação da capacidade

O fator de calor sensível do ambiente (FCS) é a relação entre a carga sensível e a carga total:

$$FCS = q_{sensível} / q_{total}$$

Os equipamentos de expansão direta do tipo split apresentam, nas condições de operação deste projeto, fator de calor sensível da ordem de 0,80. Ambientes com FCS superior a esse valor — caso da maioria das salas de trabalho, com FCS entre 0,91 e 0,95 — não conseguem aproveitar integralmente a capacidade nominal do equipamento, pois a capacidade sensível disponível é apenas 80 % da capacidade total. A capacidade nominal requerida foi, por isso, determinada por:

$$q_{nominal,requerida} = \max(q_{total}; q_{sensível} / 0,80) \cdot 1,10$$

1,10 — margem de projeto de 10 %, conforme item 7.7.

Essa verificação é indispensável: a seleção feita apenas pela carga total conduziria, em várias salas deste projeto, a equipamento com capacidade sensível insuficiente, com consequente incapacidade de manter a temperatura de projeto nas horas de pico, ainda que o equipamento aparentasse folga de capacidade total.

7.7 Margem de projeto

Adotou-se margem de 10 % sobre a capacidade requerida, destinada a cobrir: tolerâncias de fabricação e de ensaio das capacidades nominais; degradação de desempenho ao longo da vida útil por sujidade de serpentinas e filtros; perdas na tubulação frigorígena em função do comprimento e do desnível reais; e pequenas variações de ocupação e de carga interna. A margem não substitui a correção por comprimento de linha, que deve ser aplicada pelo fornecedor conforme sua ficha técnica.

7.8 Conversões de unidades adotadas

Quadro 19 — Fatores de conversão

Grandeza	Relação
Potência	1 W = 3,412 BTU/h 1 kW = 3.412 BTU/h
Capacidade frigorífica	1 TR = 12.000 BTU/h = 3,517 kW
Vazão de ar	1 L/s = 3,6 m ³ /h = 2,119 cfm
Conversão de BTU/h para kW	dividir por 3.412
Conversão de BTU/h para TR	dividir por 12.000

10. SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

10.1 Critério de seleção adotado

A seleção foi feita de modo que a capacidade nominal instalada em cada ambiente atenda simultaneamente à carga total e à carga sensível, conforme o item 7.6, acrescida da margem de projeto de 10 %. Adotou-se a configuração que minimiza o excesso de capacidade, empregando capacidades comerciais correntes no mercado nacional (9.000, 12.000, 18.000, 24.000, 30.000, 36.000, 42.000, 48.000, 55.000 e 60.000 BTU/h).

Nos ambientes em que a carga requer mais de uma unidade, a divisão em unidades de igual capacidade tem três finalidades: permitir a modulação da capacidade conforme a ocupação efetiva, com economia de energia; distribuir melhor o ar no ambiente, reduzindo gradientes de temperatura; e garantir operação parcial em caso de falha ou manutenção de uma das unidades — condição especialmente relevante em ambientes de uso público.

PREMISSA DE PROJETO — TRATAMENTO DO AR EXTERIOR

A seleção do quadro seguinte considera que as unidades de cada ambiente atendem exclusivamente à carga do próprio ambiente, sendo o ar exterior de renovação tratado por unidade dedicada, conforme o capítulo 11. Caso o contratante opte por não executar o sistema de ar exterior dedicado, as capacidades devem ser elevadas conforme o item 10.5, e ainda assim as unidades split não realizarão a renovação do ar, o que manteria a edificação em desacordo com a Portaria GM/MS n.º 3.523/1998 e com a NBR 16401-3.

14. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS EQUIPAMENTOS

14.1 Requisitos gerais de qualidade e durabilidade

Todos os equipamentos, materiais, componentes e acessórios devem ser novos, sem uso, de primeira qualidade, de procedência comprovada, compatíveis entre si e com o projeto, acompanhados das certificações, fichas técnicas, manuais e termos de garantia pertinentes. Não serão aceitos materiais ou equipamentos usados, reconicionados, improvisados, sem identificação, sem procedência comprovada ou de desempenho inferior ao especificado.

Tratando-se de edificação institucional de uso público, com vida útil de projeto longa e regime de manutenção sujeito a restrições orçamentárias típicas da administração pública, a durabilidade e a facilidade de manutenção são critérios de especificação tão relevantes quanto a capacidade térmica. São, por isso, requisitos obrigatórios:

Quadro 61 — Requisitos obrigatórios de durabilidade

Requisito	Especificação mínima exigida	Justificativa
Certificação e etiquetagem	Registro no INMETRO e etiqueta do PBE, classe A de eficiência energética	Exigência legal e redução do custo operacional ao longo da vida útil
Tecnologia de compressor	Compressor com acionamento por inversor de frequência (inverter), do tipo rotativo ou scroll	Maior vida útil por redução de partidas e paradas; operação em carga parcial, decisiva no regime de uso intermitente da edificação

Requisito	Especificação mínima exigida	Justificativa
Tratamento anticorrosivo das serpentinas	Serpentina da unidade condensadora com aletas de alumínio com revestimento anticorrosivo do tipo hidrofílico ou epóxi (blue/gold fin)	As condensadoras ficam expostas ao tempo na cobertura, junto a jardim ajardinado irrigado e a reservatórios
Gabinete da unidade condensadora	Chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática a pó, resistente a intempéries e a radiação ultravioleta	Exposição permanente ao sol e à chuva
Fluido refrigerante	R-410A ou R-32, isento de CFC e HCFC	Conformidade com o Protocolo de Montreal e disponibilidade no mercado nacional
Faixa de operação	Resfriamento com temperatura externa de -5°C a 46°C ; aquecimento de -10°C a 24°C	Cobertura das condições extremas locais, de $0,5^{\circ}\text{C}$ no inverno a mais de 34°C no verão
Ciclo reverso	Operação em resfriamento e aquecimento (bomba de calor)	Condições de inverno da região (item 13.4)
Filtros	Removíveis, laváveis e reutilizáveis, com acesso sem ferramenta especial	Viabilidade da rotina de limpeza quinzenal/mensal do PMOC
Bandeja de condensado	Material resistente à corrosão, com dreno acessível para inspeção e limpeza	O entupimento de dreno é a principal causa de patologia em forros
Assistência técnica	Rede autorizada no Estado de Santa Catarina, com atendimento à região oeste em prazo não superior a 72 horas	Continuidade da operação de edificação de uso público
Pecas de reposição	Disponibilidade comprovada no mercado nacional por, no mínimo, 10 anos	Evita a obsolescência precoce do sistema
Nível de pressão sonora	Unidade evaporadora $\leq 45\text{ dB(A)}$ na velocidade máxima, medido a 1,0 m; unidade condensadora $\leq 60\text{ dB(A)}$ a 1,0 m	Atendimento ao item 3.3 e ao conforto acústico das salas de reunião

14.2 Unidades evaporadoras

- gabinete do tipo cassete de teto de 4 vias, cassete de 1 via ou piso-teto, conforme indicado no quadro do item 10.2 e no projeto executivo, compatível com o forro previsto em cada ambiente;
- estrutura em chapa de aço galvanizado com isolamento termoacústico interno, painel frontal em material resistente ao amarelecimento por radiação ultravioleta;
- ventilador centrífugo ou de fluxo cruzado, com motor de corrente contínua sem escovas (brushless) ou motor de indução com no mínimo três velocidades;
- serpentina em tubo de cobre com aletas de alumínio, com teste de estanqueidade de fábrica;
- bandeja de condensado com isolamento térmico e, nas unidades tipo cassete, bomba de dreno incorporada com elevação mínima de 500 mm e chave de nível com bloqueio do equipamento em caso de falha de drenagem;
- aletas de direcionamento de ar motorizadas, com posição memorizada após falta de energia;
- filtro de ar lavável, removível pela face inferior, sem necessidade de desmontagem do gabinete;
- função de reinício automático após interrupção e restabelecimento do fornecimento de energia, com retomada da configuração anterior;
- autodiagnóstico com indicação de código de falha, acessível sem instrumentação especial.

14.3 Unidades condensadoras

- gabinete em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática a pó, próprio para instalação externa, com grau de proteção compatível com exposição permanente às intempéries;
- compressor com acionamento por inversor de frequência, montado sobre coxins antivibratórios originais de fábrica;
- serpentina com tratamento anticorrosivo, protegida mecanicamente por grade;
- ventilador axial com motor protegido contra sobrecarga térmica;
- válvula de expansão eletrônica;
- proteções incorporadas contra alta e baixa pressão, sobrecarga de corrente, falta e inversão de fase (nas unidades trifásicas), sobreaquecimento do compressor e falha de sensores;
- conexões frigoríferas do tipo flare ou por brasagem, conforme o fabricante, com acesso para manômetros e para carga de fluido;
- resistência de cárter, quando indicada pelo fabricante para a faixa de temperatura local.

14.4 Unidade de tratamento de ar exterior (UTAR)

- gabinete em painel duplo com isolamento térmico de no mínimo 25 mm, de material não combustível e não higroscópico, com estrutura em perfis de alumínio e fechamento em chapa galvanizada pré-pintada, próprio para instalação abrigada na cobertura;
- capacidade frigorífica mínima de 11,3 kW (38.400 BTU/h) para a vazão de 3.130 m³/h, com serpentina de expansão direta e condensadora própria;
- recuperador de calor entálpico com eficiência mínima de 60 %, do tipo roda entálpica ou trocador de placas de membrana, com desvio (bypass) para operação em economizador quando as condições externas forem favoráveis;
- filtragem em dois estágios: pré-filtro G4 e filtro final F7, ambos com acesso frontal para troca e com tomadas de pressão para medição da perda de carga;
- ventiladores de insuflamento e de exaustão com acionamento por inversor de frequência, permitindo o ajuste fino das vazões no balanceamento;
- veneziana de tomada de ar exterior com tela de proteção contra insetos e pássaros e com eliminador de gotas, instalada a no mínimo 8,00 m de qualquer ponto de descarga de exaustão, conforme a NBR 16401-3;
- dreno de condensado com sifão dimensionado para a pressão do ventilador.

Admite-se, como alternativa técnica equivalente, a divisão do sistema em duas unidades — uma dedicada à sala de reuniões do térreo e outra para os demais ambientes —, desde que mantidas as vazões, a filtragem e a eficiência de recuperação especificadas. A solução em duas unidades é preferível do ponto de vista operacional, conforme o item 11.3.

14.5 Exaustores

- exaustores em linha (inline) para os sanitários, instalados no entreferro, com gabinete metálico e ventilador com motor de rotor externo;

- exaustores de parede para área de serviço e almoxarifados, com veneziana automática de fechamento por gravidade, impedindo o retorno de ar;
- nível de pressão sonora compatível com os ambientes servidos, não superior a 45 dB(A) medido no ambiente;
- acionamento dos exaustores dos sanitários vinculado ao circuito de iluminação do ambiente, com temporizador de desligamento retardado de 5 a 10 minutos;
- descarga na cobertura, por duto próprio, com chapéu ou terminal que impeça a entrada de água de chuva, afastado das tomadas de ar exterior e das unidades condensadoras.

14.6 Sistema de controle

- controle individual por ambiente, por meio de controle remoto sem fio acompanhado de suporte de parede, ou de controle cabeado fixo à parede;
- nos ambientes de uso público — sala de reuniões do térreo, recepção e antessala — o controle deve ser do tipo cabeado, com possibilidade de bloqueio de funções e limitação da faixa de set-point, evitando ajustes indevidos por usuários;
- nos ambientes servidos por mais de uma unidade, comando único com set-point comum;
- previsão de infraestrutura (eletroduto e caixa) para futura integração a sistema de supervisão centralizada, ainda que o sistema centralizado não seja objeto desta contratação.

14.7 Marcas de referência e equivalência técnica

Em observância ao art. 41 da Lei n.º 14.133/2021, que veda a indicação de marca ou modelo salvo justificativa técnica formal, a especificação deste memorial é feita por características de desempenho e construtivas. As marcas abaixo são citadas exclusivamente como referência de padrão de qualidade e de disponibilidade de assistência técnica na região, admitindo-se qualquer equipamento de outro fabricante que atenda integralmente aos requisitos especificados.

Quadro 62 — Marcas de referência — padrão de qualidade admitido

Componente	Marcas de referência (ou equivalente técnico)
Unidades split — evaporadoras e condensadoras	Daikin, LG, Samsung, Carrier, Hitachi, Fujitsu, Midea, Springer Midea, TCL
Unidade de tratamento de ar exterior e recuperador	Trox, Systemair, Daikin, Carrier, Munters, Heatcraft
Exaustores	Soler & Palau (S&P), Systemair, Ventisilva, Berliner
Tubos de cobre para refrigeração	Eluma, Termomecanica, Paranapanema, Mueller
Isolamento térmico elastomérico	Armacell (Armaflex), K-Flex, NBR elastomérico equivalente
Grelhas, difusores e dampers	Trox, Tosi, Mecanoplast, Ventec
Filtros de ar	Trox, Purafil, Aeroglass, Lumasa
Suportes e bases metálicas para condensadoras	Suportes em aço galvanizado a fogo de fabricação industrial ou executados em obra conforme item 18.2

A comprovação de equivalência técnica é ônus do proponente e deve ser feita mediante apresentação de catálogo e ficha técnica do fabricante, demonstrando o atendimento item a

item aos requisitos do quadro do item 14.1. Não se admite substituição por decisão exclusiva da empresa executora ou do fornecedor após a contratação, sem aprovação formal dos responsáveis técnicos.

14.8 Garantia e assistência técnica

Quadro 63 — Prazos mínimos de garantia exigidos

Item	Prazo mínimo	Contagem a partir de
Compressor	36 meses	Recebimento definitivo da obra
Demais componentes dos equipamentos	12 meses	Recebimento definitivo da obra
Serviços de instalação, tubulação, dutos e suportes	60 meses	Recebimento definitivo da obra
Estanqueidade do circuito frigorígeno	60 meses	Recebimento definitivo da obra
Impermeabilização nos pontos de travessia e de fixação de bases	60 meses	Recebimento definitivo da obra

A garantia dos serviços de instalação observa o prazo quinquenal do art. 618 do Código Civil quanto à solidez e segurança do trabalho. A contratada deve entregar os termos de garantia em nome do CONDER, com a indicação da rede autorizada de atendimento.

15. TUBULAÇÃO FRIGORÍGENA

15.1 Material e diâmetros

A tubulação frigorígena deve ser executada em tubo de cobre próprio para refrigeração, sem costura, desidratado, com extremidades lacradas de fábrica, conforme a ABNT NBR 16655-1. Os diâmetros devem seguir a legenda do projeto executivo e, prevalecendo sobre esta, a ficha técnica do fabricante do equipamento efetivamente fornecido, em função do comprimento e do desnível reais de cada linha.

15.2 Recebimento, armazenamento e manuseio

- utilizar exclusivamente tubo de cobre com certificação para uso em refrigeração, limpo, desidratado e lacrado nas extremidades pelo fabricante;
- armazenar rolos e varas em local coberto, seco, protegido de umidade e sem contato com o solo, mantendo as extremidades lacradas até o momento da instalação;
- não utilizar trechos de tubo que tenham permanecido abertos, amassados, ovalizados, oxidados internamente ou com sinais de contaminação por umidade;
- manter as extremidades tamponadas durante toda a fase de montagem, inclusive nas interrupções de serviço.

15.3 Cortes, curvas e conexões

- executar os cortes com cortador de tubo apropriado, nunca com serra, seguidos de escareamento e limpeza da extremidade antes da conexão;
- executar as curvas com curvador apropriado ao diâmetro, sem amassamento, ovalização ou dobra que reduza a seção interna; o raio mínimo de curvatura é de 3,5 vezes o diâmetro externo;
- executar as conexões flangeadas (flare) com flangeador de qualidade, com torque controlado por torquímetro conforme tabela do fabricante — o aperto excessivo provoca trinca e o aperto insuficiente provoca vazamento;
- não utilizar adaptadores, reduções improvisadas ou peças não previstas pelo fabricante.

15.4 Brasagem

- a brasagem deve ser executada por profissional capacitado, com liga e maçarico apropriados, utilizando vareta de liga fósforo-cobre com prata para uniões cobre-cobre;
- proteger adequadamente os componentes sensíveis ao calor — válvulas, filtros, sensores e componentes eletrônicos — durante o processo;
- aplicar fluxo contínuo de nitrogênio seco no interior da tubulação durante toda a brasagem, com vazão de 0,05 a 0,15 m³/h, com o objetivo de deslocar o oxigênio e impedir a formação de óxidos e carepa na parede interna do tubo. A carepa formada na ausência de nitrogênio desprende-se posteriormente e obstrui filtros e válvulas de expansão, sendo causa frequente de falha prematura — a sua execução é obrigatória e deve ser verificada pela fiscalização;

- após a brasagem, verificar visualmente a integridade da junta e a ausência de vazamento aparente antes de prosseguir com o isolamento do trecho.

15.5 Suportação, fixação e inclinação

- suportar e fixar a tubulação em intervalos regulares, compatíveis com o diâmetro: a cada 1,20 m para diâmetros até 1/2" e a cada 1,80 m para diâmetros superiores;
- evitar flexão excessiva, vibração e contato direto com arestas vivas de elementos construtivos;
- não transmitir esforços concentrados às juntas brasadas nem às conexões do equipamento;
- respeitar a inclinação mínima e os sifões de retorno de óleo indicados pelo fabricante nos trechos verticais, conforme o desnível entre as unidades;
- deixar, junto a cada unidade condensadora, no mínimo 1,00 m de sobra de tubulação de cobre e de fiação elétrica, conforme indicado no projeto executivo, permitindo reposicionamento ou substituição futura sem emenda.

15.6 Travessias e passagens

- executar a passagem por vigas exclusivamente por meio de tubo-luva de PVC Ø 75 mm ou de duas luvas de Ø 50 mm, conforme o detalhe construtivo do projeto, e sempre com prévia autorização do responsável técnico pelo projeto estrutural;
- vedar com selante de poliuretano a saída da tubulação sobre a cobertura, conforme o detalhe construtivo, preservando a estanqueidade da impermeabilização;
- manter a tubulação de cobre e a fiação elétrica embutidas nos trechos indicados em projeto, com caixa de passagem embutida destinada especificamente ao ar-condicionado nos pontos indicados;
- compatibilizar as passagens por prumadas e shafts com as demais instalações que os utilizam, evitando cruzamentos e interferências (capítulo 22);
- proteger mecanicamente, por calha ou eletroduto, os trechos expostos a tráfego, impacto ou intempéries, quando não integralmente embutidos.

16. ISOLAMENTO TÉRMICO

Ambas as linhas frigorígenas — líquido e gás — devem ser integralmente isoladas em toda a sua extensão, sem interrupção, inclusive nos trechos embutidos, nas curvas, nas conexões e junto às unidades. O isolamento apenas da linha de gás, prática comum e incorreta, provoca condensação superficial na linha de líquido e perda de rendimento.

Quadro 65 — Especificação do isolamento térmico das linhas frigorígenas

Item	Especificação
Material	Espuma elastomérica flexível de célula fechada, à base de borracha nitrílica (NBR/EPDM), não halogenada
Condutividade térmica	$\leq 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ a 20 °C
Fator de resistência à difusão de vapor (μ)	≥ 7.000
Reação ao fogo	Classe de baixa propagação de chama, autoextinguível
Espessura mínima — linhas até 1/2"	13 mm (trechos internos) / 19 mm (trechos externos ou expostos)
Espessura mínima — linhas de 5/8" a 7/8"	19 mm (trechos internos) / 25 mm (trechos externos ou expostos)
Emendas e acabamento	Coladas com adesivo próprio do fabricante do isolamento, em toda a superfície de contato; não se admite fita adesiva como elemento de união
Proteção em trechos expostos ao tempo	Revestimento com pintura protetora própria para elastômero ou com manta/alumínio, garantindo resistência à radiação ultravioleta
Trechos embutidos	Isolamento contínuo, sem redução de espessura, com proteção mecânica antes do fechamento

A tubulação de dreno de condensado deve igualmente ser isolada nos trechos aparentes em ambientes climatizados e no entreforro, com espessura mínima de 9 mm, evitando condensação superficial e gotejamento sobre o forro.

PONTO DE ATENÇÃO NA FISCALIZAÇÃO

O isolamento dos trechos embutidos e das conexões junto às unidades deve ser verificado e registrado fotograficamente pela fiscalização antes do fechamento de forros, shafts e alvenarias. Após o fechamento, a verificação torna-se inviável sem demolição, e eventual deficiência somente se manifesta por gotejamento no forro meses após a entrega.

17. DRENAGEM DE CONDENSADO

A drenagem do condensado é o ponto de maior incidência de patologias em sistemas de climatização com unidades embutidas em forro. As exigências abaixo são de cumprimento obrigatório.

Quadro 66 — Especificação da rede de drenagem de condensado

Item	Especificação
Material	Tubo e conexões em PVC soldável, Ø 25 mm, conforme legenda do projeto executivo
Traçado	Embutido no piso e na parede, conforme indicado nas plantas de climatização
Declividade mínima	1 % (1 cm/m) contínua, sem contradecrive em nenhum trecho
Sifão	Obrigatório junto a cada unidade, com altura de coluna d'água compatível com a pressão estática do ventilador, conforme o fabricante
Isolamento	Nos trechos aparentes em ambiente climatizado e no entreforro, conforme o capítulo 16
Bomba de dreno	Obrigatória nas unidades cassete, com chave de nível que bloqueie o equipamento em caso de falha da drenagem
Destino final	Ralos pluviais previstos na cobertura, caixa de passagem ou ralo sifonado, conforme indicado em projeto
Vedação	Todas as junções soldadas; não se admite emenda por encaixe simples ou por fita
Inspeção	Previsão de ponto de inspeção e limpeza junto a cada unidade e nas mudanças de direção

NOTA OBRIGATÓRIA DO PROJETO EXECUTIVO

Conforme nota expressa da planta de cobertura do projeto de climatização, a água proveniente dos drenos deve ser conduzida por tubulação em PVC soldável Ø 25 mm, embutida no piso, até os ralos pluviais previstos na cobertura. Não será permitido o lançamento direto da água sobre a laje, evitando que a superfície permaneça constantemente molhada, com o consequente risco de infiltrações, manchas, deterioração dos revestimentos e demais patologias decorrentes da umidade.

Antes da entrega, toda a rede de drenagem deve ser ensaiada por lançamento de água em cada unidade, verificando-se o escoamento pleno até o destino final, a estanqueidade das junções e o funcionamento das bombas de dreno e das respectivas chaves de nível. O ensaio deve ser registrado no relatório de comissionamento (capítulo 24).

18. SUPORTAÇÃO, BASES E CONTROLE DE VIBRAÇÃO

18.1 Unidades evaporadoras

- fixar com suportes e parafusos apropriados ao peso do equipamento e ao tipo de substrato — alvenaria, estrutura de forro ou laje;
- em unidades tipo cassete, o suporte deve ser fixado à laje ou à estrutura da cobertura, nunca à estrutura do forro de gesso, que não tem função estrutural. O projeto de forro prevê reforço obrigatório em todas as posições de unidade cassete, com remissão expressa ao projeto de climatização;
- conferir o nivelamento antes da fixação definitiva, respeitando a leve inclinação em direção à saída de dreno quando exigida pelo fabricante;
- respeitar a distância mínima de 15 cm entre o forro e a unidade evaporadora, conforme o detalhe construtivo do projeto executivo;
- prever, quando o acesso não for possível pelo próprio gabinete, alçapão de inspeção compatível com o acesso aos componentes internos e às conexões frigorígenas. A definição do posicionamento dos alçapões cabe à fiscalização da obra.

18.2 Unidades condensadoras

- instalar cada unidade sobre base metálica com sistema antivibratório, conforme o detalhe construtivo do projeto executivo;
- as bases devem ser executadas em perfis de aço galvanizado a fogo ou com tratamento anticorrosivo equivalente, dimensionadas para o peso do equipamento e para as cargas de vento incidentes na posição de instalação, com afastamento adequado da platibanda e dos demais elementos de cobertura;
- quando o projeto indicar suporte de altura ajustável, o ajuste deve ser executado em obra em função das medidas reais verificadas na cobertura, respeitando-se as distâncias mínimas do fabricante;
- a fixação da base à laje deve ser compatibilizada com a impermeabilização existente, sem comprometer a estanqueidade — preferencialmente por berços ou blocos apoiados sobre a impermeabilização, com interposição de manta de proteção, evitando-se perfuração da laje;
- empregar coxins ou elementos antivibratórios entre a unidade e a base metálica, adicionalmente aos coxins originais do compressor, evitando a transmissão de vibração à estrutura da cobertura e o consequente ruído estrutural nos ambientes do pavimento inferior.

18.3 Afastamentos, ventilação e recirculação de ar quente

- respeitar o afastamento mínimo recomendado pelo fabricante entre unidades condensadoras vizinhas e entre a unidade e a platibanda, de modo a evitar a recirculação do ar quente descarregado e a garantir a livre admissão de ar de condensação. Na ausência de indicação do fabricante, adotar 0,60 m nas faces de admissão, 1,50 m à frente da descarga e 0,30 m no lado oposto ao painel de serviço;

- a descarga de ar das unidades não pode ser obstruída por elementos de cobertura, reservatórios, módulos fotovoltaicos, equipamentos de outras disciplinas ou vegetação da cobertura ajardinada;
- a locação definitiva das condensadoras deve ser compatibilizada com o jardim da cobertura, com os dois reservatórios de 5.000 L, com a casa de máquinas do elevador e com o arranjo fotovoltaico previsto (capítulo 22);
- manter acesso permanente, seguro e desobstruído às unidades para inspeção e manutenção, conforme os meios de acesso previstos no projeto arquitetônico. A área técnica da cobertura não pode ser utilizada para depósito de materiais ou entulho.

19. REDE DE DUTOS E DIFUSÃO DO AR

A rede de dutos abrange o insuflamento das unidades dotadas de duto, a distribuição do ar exterior tratado proveniente da UTAR e a exaustão mecânica.

Quadro 67 — Especificação da rede de dutos

Item	Especificação
Material — dutos de insuflamento e de ar exterior	Chapa de aço galvanizado, bitola conforme a dimensão do duto, com juntas transversais tipo baioneta ou flange
Alternativa admitida	Duto em painel de lã de vidro de alta densidade com face externa em alumínio, para trechos internos ao entreferro, desde que com face interna protegida contra desprendimento de fibras
Isolamento — dutos de insuflamento	Manta de lã de vidro de 25 mm com barreira de vapor em alumínio, ou painel autoisolante
Velocidade máxima do ar — dutos principais	6,0 m/s
Velocidade máxima do ar — ramais	4,0 m/s
Velocidade máxima — grelhas e difusores em ambientes de permanência	2,0 m/s na face
Estanqueidade	Classe A da NBR 16401-1, com vedação de todas as juntas por selante próprio para dutos
Dampers	Damper de regulação em cada ramal, acessível por alçapão, com trava de posição após o balanceamento
Grelhas e difusores	Alumínio anodizado ou com pintura eletrostática, com registro de regulação, dimensionados para nível de ruído compatível com o item 3.3
Exaustão	Dutos em chapa galvanizada; a coifa do fogão deve ter duto exclusivo, sem interligação com os demais sistemas, com descarga direta na cobertura

Todos os dutos devem ser mantidos limpos e com as extremidades tamponadas durante a montagem, impedindo o ingresso de poeira e detritos de obra. Antes da partida do sistema, a rede deve ser inspecionada internamente e, se necessário, higienizada conforme a ABNT NBR 14679.

As vazões de insuflamento por ambiente constam do quadro do item 10.2 e das fichas do capítulo 8, calculadas para diferencial de temperatura de 11 K entre o ar insuflado e o ar ambiente. O balanceamento da rede deve ser executado e registrado conforme o capítulo 24, admitindo-se tolerância de ± 10 % sobre a vazão de projeto em cada ponto.

20. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DOS EQUIPAMENTOS

As instalações elétricas dos equipamentos devem atender integralmente à ABNT NBR 5410 e à NR-10, observando-se as exigências específicas a seguir.

Quadro 68 — Exigências para a alimentação elétrica dos equipamentos

Item	Exigência
Circuitos	Circuito exclusivo para cada unidade condensadora, sem compartilhamento com tomadas, iluminação ou outros equipamentos
Seccionamento	Dispositivo de seccionamento visível e bloqueável (disjuntor ou chave seccionadora) instalado junto a cada unidade condensadora, na cobertura, permitindo o bloqueio para manutenção conforme a NR-10
Proteção	Disjuntor termomagnético dimensionado conforme a corrente máxima do equipamento e a ficha técnica do fabricante; proteção diferencial-residual conforme a NBR 5410
Condutores	Seção conforme o projeto elétrico revisado, considerando a corrente do equipamento, o método de instalação, a temperatura ambiente e a queda de tensão máxima admissível
Cabos de interligação	Conforme legenda do projeto: $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ para unidades de 9.000 a 18.000 BTU/h; para capacidades superiores, conforme a ficha técnica do fabricante
Aterramento	Todas as unidades, gabinetes metálicos, bases e eletrocalhas solidamente aterrados ao condutor de proteção
Eletrodutos e caixas	Caixa de passagem embutida destinada especificamente ao ar-condicionado, conforme indicado em projeto; eletrodutos com diâmetro mínimo de $3/4"$
Trechos externos	Condutores e eletrodutos próprios para instalação externa, resistentes à radiação ultravioleta, com vedação nas entradas
Identificação	Identificação permanente do circuito no quadro de distribuição e junto ao equipamento, correlacionada com o TAG do item 10.3

Os quadros QD 01 do térreo e do 1.º pavimento já foram revisados e atualizados conforme a demanda final de climatização deste memorial, incluindo os circuitos da UTAR, do recuperador de calor e dos exaustores. Nenhum equipamento pode ser energizado antes da conferência da tensão, da sequência de fases (nas unidades trifásicas) e do aterramento, com registro no relatório de comissionamento.

21. AUTOMAÇÃO, CONTROLE E MODOS DE OPERAÇÃO

21.1 Controle local

Cada zona térmica dispõe de controle individual de temperatura, de velocidade do ventilador e de modo de operação, conforme o item 14.6. Os controles devem ser instalados em posição acessível, a aproximadamente 1,20 m do piso, afastados de fontes de calor, de incidência solar direta e de correntes de ar de insuflamento, que falseariam a leitura de temperatura.

21.2 Estratégias de controle exigidas

- limitação da faixa de set-point nos ambientes de uso público, entre 23 °C e 25 °C em resfriamento, impedindo ajustes que elevem desnecessariamente o consumo;
- bloqueio ou proteção por senha das funções de configuração nos ambientes de uso público;
- temporizador de desligamento automático ao final do expediente, com possibilidade de prorrogação manual;
- intertravamento entre o modo de operação das unidades de um mesmo ambiente, impedindo que uma unidade opere em resfriamento e outra em aquecimento;
- partida escalonada das unidades, com defasagem mínima de 30 segundos entre unidades, reduzindo o pico de corrente de partida do conjunto;
- reinício automático após restabelecimento do fornecimento de energia, retomando a configuração anterior.

21.3 Operação integrada com o sistema de ar exterior

A UTAR deve operar de forma coordenada com as unidades dos ambientes, de modo que a admissão de ar exterior ocorra somente durante os períodos de ocupação. Exige-se:

- acionamento da UTAR vinculado ao horário de funcionamento da edificação, por programador horário;
- possibilidade de acionamento independente do ramal da sala de reuniões do térreo, permitindo operá-lo apenas nos períodos de evento, conforme o item 11.3;
- controle da vazão de ar exterior por sensor de dióxido de carbono instalado na sala de reuniões do térreo, modulando a vazão entre o mínimo e o máximo de projeto em função da ocupação efetiva (ventilação sob demanda). Essa estratégia é particularmente vantajosa neste empreendimento, dada a amplitude de variação da ocupação daquele ambiente, entre 18 e 200 pessoas;
- operação do recuperador de calor em desvio (bypass) quando a entalpia do ar exterior for inferior à do ar de retorno, aproveitando o ar exterior como resfriamento gratuito.

21.4 Infraestrutura para supervisão futura

Ainda que a supervisão centralizada não integre o escopo desta contratação, deve ser prevista a infraestrutura para sua implantação futura: eletroduto e caixa de passagem entre as unidades e a central de infraestrutura de redes, com cabo-guia instalado, e previsão de espaço

em painel para os controladores. O custo marginal dessa previsão na fase de obra é irrelevante frente ao custo de sua execução posterior.

22. COMPATIBILIZAÇÃO COM AS DEMAIS DISCIPLINAS

A execução do sistema de climatização depende de interfaces com as demais disciplinas do empreendimento. As verificações abaixo devem ser realizadas antes do início dos serviços e registradas em ata pela fiscalização.

Quadro 69 — Interfaces e verificações obrigatórias por disciplina

Disciplina	Interface	Verificação obrigatória
Arquitetura	Posição das unidades, forros, brises e esquadrias	Conferir a posição das evaporadoras contra o leiaute e o projeto de interiores; confirmar a operação dos brises, premissa do cálculo de carga (item 4.5)
Forro e gesso	Reforço para unidades cassete e alçapões	Confirmar o reforço em todas as posições de cassete, inclusive nas acrescidas por este memorial, e definir os alçapões com a fiscalização
Estrutura	Travessias em vigas e carga das condensadoras na cobertura	Obter autorização formal do responsável pelo projeto estrutural para cada furação em viga; verificar o acréscimo de carga permanente na cobertura
Fotovoltaico	Ocupação da cobertura e demanda da edificação	Compatibilizar a locação das condensadoras com o arranjo fotovoltaico; revisar o dimensionamento do gerador frente à nova demanda
Hidrossanitário e drenagem pluvial	Destino dos drenos de condensado	Confirmar a capacidade dos ralos pluviais da cobertura para receber os drenos; verificar a não interferência com as descidas pluviais e as cisternas
Impermeabilização	Fixação das bases e travessias na cobertura	Verificar a solução de apoio das bases sem perfuração da impermeabilização e a vedação com selante PU nas travessias
Preventivo contra incêndio	Travessias em elementos de compartimentação e ocupação da sala de reuniões	Selar as travessias com material corta-fogo de resistência equivalente; rever o dimensionamento das saídas frente à ocupação de 200 pessoas (item 12.2)
Lógica e comunicação	Infraestrutura para supervisão e sensores	Compatibilizar o encaminhamento com a eletrocalha metálica 200 × 150 mm prevista no projeto elétrico
Luminotécnico	Interferência com insuflamento e retorno	Verificar que nenhuma luminária obstrua a descarga ou o retorno de ar das unidades
Interiores e mobiliário	Obstrução do fluxo de ar	Verificar que divisórias, armários e cortinas não obstruam a difusão do ar nem impeçam o acesso aos filtros

PROCEDIMENTO EM CASO DE INTERFERÊNCIA

Identificada qualquer interferência não prevista, o serviço deve ser imediatamente interrompido no trecho afetado e a situação submetida por escrito à fiscalização da obra e aos projetistas, com registro fotográfico e indicação da alternativa proposta. É vedado à empresa executora resolver interferências por decisão própria, ainda que a solução adotada pareça equivalente.

23. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

23.1 Qualificação da empresa executora

- empresa com registro no CREA ou no CAU, com responsável técnico habilitado e ART/RRT registrada para a execução dos serviços;
- comprovação de experiência anterior em instalação de sistemas de climatização de porte compatível;
- equipe com profissionais capacitados em brasagem, em manuseio de fluidos refrigerantes e treinados conforme as NR-10 e NR-35;
- instrumentação própria e calibrada: manifold com manômetros, bomba de vácuo, vacuômetro eletrônico, balança de carga, detector eletrônico de vazamento, termo-higrômetro, anemômetro, alicate amperímetro e torquímetro.

23.2 Sequência de execução

Quadro 70 — Sequência recomendada de execução

Etapa	Serviço	Condicionante
1	Conferência do projeto, das medidas em obra e das interferências (capítulo 22)	Antes de qualquer serviço
2	Execução das travessias, tubos-luva em vigas e caixas de passagem embutidas	Autorização do projeto estrutural; antes da concretagem ou do fechamento
3	Lançamento das tubulações frigorígenas, dos drenos e da infraestrutura elétrica embutida	Antes do fechamento de alvenarias e contrapisos
4	Isolamento térmico das linhas e verificação pela fiscalização, com registro fotográfico	Antes do fechamento
5	Ensaio preliminar de estanqueidade das linhas com nitrogênio	Antes do fechamento definitivo
6	Fechamento de alvenarias, contrapisos e shafts	Após a liberação da fiscalização
7	Execução das bases metálicas das condensadoras na cobertura	Após a impermeabilização e a sua liberação
8	Instalação da rede de dutos, grelhas e difusores	Antes do fechamento do forro
9	Reforço do forro nas posições de cassette e execução dos alçapões	Interface com o projeto de forro
10	Instalação das unidades evaporadoras e condensadoras	Após o fechamento do forro e a limpeza dos ambientes
11	Ensaio definitivo de estanqueidade, vácuo e carga de fluido (capítulo 24)	Antes da partida
12	Conexões elétricas e verificação de tensão, fases e aterramento	Antes da energização
13	Partida, balanceamento e comissionamento	Com a edificação em condições de uso
14	Treinamento da equipe do CONDER e entrega da documentação	Antes do recebimento

23.3 Condições gerais de execução

- manter o canteiro organizado e os materiais protegidos, especialmente os tubos de cobre e os equipamentos, que não podem permanecer expostos ao tempo ou à poeira;
- não instalar as unidades evaporadoras antes da conclusão dos serviços geradores de poeira (demolição, corte, lixamento de gesso, pintura). Se a instalação for antecipada por exigência do cronograma, proteger integralmente as unidades e higienizá-las antes da partida;
- manter as extremidades de tubos e dutos tamponadas em todas as interrupções de serviço;
- registrar fotograficamente todos os serviços que ficarão ocultos, entregando o registro junto com o as built;
- atualizar, ao longo da obra, um jogo de cópias das pranchas com todas as alterações de traçado e de posição, que servirá de base para o as built.

24. TESTES, ENSAIOS E COMISSIONAMENTO

24.1 Ensaio de estanqueidade

Conforme a ABNT NBR 16655-2, o circuito frigorígeno deve ser ensaiado com nitrogênio seco antes da abertura das válvulas do equipamento:

- pressurizar o circuito com nitrogênio seco na pressão de ensaio indicada pelo fabricante do equipamento — tipicamente entre 2,5 MPa e 4,1 MPa conforme o fluido refrigerante —, jamais com oxigênio, ar comprimido ou o próprio fluido refrigerante;
- manter a pressão por no mínimo 24 horas, registrando a pressão e a temperatura ambiente no início e no final do ensaio;
- considerar aprovado o ensaio quando não houver queda de pressão além da atribuível à variação de temperatura ambiente;
- havendo queda, localizar o vazamento com solução detectora ou detector eletrônico, corrigir e repetir integralmente o ensaio;
- registrar o resultado em relatório assinado pelo responsável técnico da executora e pela fiscalização.

24.2 Desidratação por vácuo

- após a aprovação do ensaio de estanqueidade, evacuar o circuito com bomba de vácuo de duplo estágio, com capacidade compatível com o volume do circuito;
- atingir e manter pressão absoluta igual ou inferior a 500 micra de mercúrio (66,7 Pa), medida com vacuômetro eletrônico — não se admite a leitura pelo manômetro do manifold, que não tem resolução para essa faixa;
- após atingido o vácuo, isolar a bomba e verificar a manutenção da pressão por no mínimo 30 minutos. A elevação da pressão indica presença de umidade residual ou vazamento, exigindo prolongamento do vácuo ou nova verificação de estanqueidade;
- o rompimento do vácuo deve ser feito com o próprio fluido refrigerante, nunca com ar.

IMPORTÂNCIA DO VÁCUO

A umidade residual no circuito frigorígeno combina-se com o óleo do compressor e forma ácidos que atacam os enrolamentos do motor, e congela na válvula de expansão, obstruindo-a. É a causa mais frequente de queima prematura de compressor em instalações novas. O ensaio de vácuo é, por isso, item de verificação obrigatória pela fiscalização, com registro do valor lido no vacuômetro.

24.3 Carga de fluido refrigerante

- carregar o circuito com a carga indicada pelo fabricante, acrescida da carga adicional correspondente ao comprimento real da linha que exceder o comprimento pré-carregado, conforme a tabela da ficha técnica;
- realizar a carga por peso, com balança eletrônica, registrando a quantidade efetivamente introduzida em cada circuito;
- para fluidos de mistura zeotrópica, carregar na fase líquida;
- registrar, para cada unidade, o TAG, a carga de fábrica, a carga adicional e a carga total.

24.4 Partida e verificações de desempenho

Quadro 71 — Verificações a realizar na partida de cada unidade

Verificação	Critério de aceitação
Tensão de alimentação	Dentro da faixa do fabricante, com a unidade em operação
Corrente de operação	Compatível com a corrente nominal; desequilíbrio entre fases $\leq 5\%$ nas unidades trifásicas
Pressões de sucção e descarga	Dentro da faixa do fabricante para a condição ambiente do ensaio
Superaquecimento e sub-resfriamento	Conforme faixa do fabricante
Diferencial de temperatura no ar (retorno – insuflamento)	Entre 8 K e 14 K em resfriamento
Vazão de ar por ponto	Vazão de projeto com tolerância de $\pm 10\%$
Temperatura do ambiente após regime	$24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0\text{ K}$, com a carga interna representativa
Umidade relativa após regime	Entre 40 % e 65 %
Nível de pressão sonora	Conforme o item 3.3
Drenagem de condensado	Escoamento pleno, sem acúmulo, com bomba e chave de nível funcionais
Ruído e vibração nas condensadoras	Ausência de transmissão perceptível à estrutura
Sentido de rotação e operação dos exaustores	Conforme projeto; vazão medida conforme o item 11.4
Vazão de ar exterior por ambiente	Vazão de projeto com tolerância de $\pm 10\%$
Concentração de CO ₂ com ocupação representativa	$\leq 1.000\text{ ppm}$

24.5 Balanceamento (TAB)

Concluída a partida, deve ser executado o balanceamento das vazões de ar — insuflamento, ar exterior e exaustão —, com ajuste dos dampers e travamento na posição final. As medições devem ser realizadas com anemômetro calibrado, por método adequado à geometria de cada ponto, e registradas em planilha com a vazão de projeto, a vazão medida e o desvio percentual.

24.6 Relatório de comissionamento

A contratada deve entregar relatório de comissionamento contendo, no mínimo: relação das unidades com TAG e número de série; resultado do ensaio de estanqueidade por circuito; valor de vácuo atingido e resultado do teste de manutenção do vácuo; carga de fluido por circuito; planilha de verificações da partida; planilha de balanceamento; medições de temperatura, umidade, ruído e CO₂; registro fotográfico; e cópia dos certificados de calibração dos instrumentos utilizados. O relatório deve ser assinado pelo responsável técnico da executora e atestado pela fiscalização, constituindo condição para o recebimento dos serviços.

25. PLANO DE MANUTENÇÃO E PMOC

25.1 Obrigatoriedade legal

PMOC — OBRIGAÇÃO LEGAL DO PROPRIETÁRIO

A Lei Federal n.º 13.589/2018 torna obrigatório o Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) para todos os edifícios de uso público e coletivo que possuam ambientes climatizados artificialmente. A Sede Administrativa do CONDER enquadra-se integralmente nessa condição. O PMOC deve ser elaborado e executado sob responsabilidade de profissional habilitado, mantido no imóvel à disposição da fiscalização sanitária e das autoridades competentes, e atualizado a cada intervenção. O descumprimento sujeita o proprietário às sanções da legislação sanitária.

A contratada deve entregar, como parte integrante do objeto e condição para o recebimento, a primeira versão do PMOC da edificação, elaborada conforme a Portaria GM/MS n.º 3.523/1998 e a ABNT NBR 13971, contemplando todos os equipamentos efetivamente instalados.

25.2 Conteúdo mínimo do PMOC

1. identificação do estabelecimento, do responsável legal e do responsável técnico pelo plano, com registro profissional e ART/RRT;
2. descrição das instalações e relação completa dos equipamentos, por TAG, com marca, modelo, número de série, capacidade, ambiente atendido e data de instalação;
3. plantas com a localização dos equipamentos e das tomadas de ar exterior e de exaustão;
4. cronograma das atividades de manutenção preventiva, com periodicidade definida;
5. procedimento de registro das atividades executadas, com data, responsável e ocorrências;
6. plano de avaliação da qualidade do ar interior, com os parâmetros e periodicidades do item 25.5;
7. registro das manutenções corretivas e das substituições de componentes;
8. procedimentos de emergência e de descarte de resíduos.

25.3 Plano de manutenção preventiva

Quadro 72 — Rotinas de manutenção preventiva e periodicidades

Periodicidade	Atividade	Componente
Quinzenal	Verificação e limpeza dos filtros de ar das unidades evaporadoras	Filtros das evaporadoras
Mensal	Verificação visual de vazamento, gotejamento, ruído e vibração; verificação do escoamento dos drenos	Todas as unidades e rede de dreno
Mensal	Verificação da perda de carga dos filtros da UTAR e limpeza ou substituição quando atingido o limite	Filtros G4 e F7 da UTAR
Trimestral	Limpeza das bandejas de condensado e desinfecção; limpeza dos sifões	Bandejas, sifões e drenos
Trimestral	Limpeza das serpentinas das unidades evaporadoras	Serpentinas internas
Trimestral	Verificação do funcionamento dos exaustores e limpeza das venezianas	Sistema de exaustão
Semestral	Limpeza das serpentinas das unidades condensadoras e verificação do tratamento anticorrosivo	Condensadoras na cobertura

Periodicidade	Atividade	Componente
Semestral	Verificação das pressões de trabalho, superaquecimento, sub-resfriamento e corrente de operação	Circuito frigorígeno
Semestral	Verificação do aperto de conexões elétricas, do estado dos cabos e do aterramento	Instalação elétrica dos equipamentos
Semestral	Verificação dos elementos antivibratórios, das bases metálicas e do estado da impermeabilização no entorno	Bases e suportes na cobertura
Semestral	Verificação da programação e do funcionamento dos brises automatizados	Proteção solar
Semestral	Limpeza do recuperador de calor e verificação da sua eficiência	UTAR
Anual	Verificação da estanqueidade do circuito frigorígeno e da carga de fluido	Circuito frigorígeno
Anual	Higienização completa da rede de dutos, grelhas e difusores conforme a NBR 14679	Rede de dutos
Anual	Verificação do isolamento térmico das linhas, com recomposição dos trechos deteriorados	Isolamento térmico
Anual	Avaliação da qualidade do ar interior conforme o item 25.5	Ambientes climatizados

25.4 Manutenção corretiva

- a manutenção corretiva deve ser executada por empresa especializada, com responsável técnico habilitado, preferencialmente a rede autorizada do fabricante durante o período de garantia;
- toda intervenção deve ser registrada no PMOC, com data, descrição da falha, causa identificada, providência adotada e componentes substituídos;
- componentes substituídos devem ser originais ou de especificação equivalente comprovada; não se admite adaptação ou improviso;
- recuperação obrigatória do fluido refrigerante antes de qualquer intervenção que exija abertura do circuito, com destinação conforme o capítulo 27;
- falhas recorrentes no mesmo equipamento devem motivar investigação da causa raiz — dimensionamento, instalação, alimentação elétrica ou operação — e não apenas a reposição do componente.

25.5 Avaliação da qualidade do ar interior

Quadro 73 — Plano de avaliação da qualidade do ar interior

Parâmetro	Periodicidade	Valor de referência
Dióxido de carbono (CO ₂)	Semestral e sempre após alteração de ocupação	≤ 1.000 ppm
Temperatura e umidade relativa	Semestral	24 °C ± 1 K; 40 % a 65 %
Aerodispersóides totais (PM ₁₀)	Anual	≤ 80 µg/m ³
Contagem de fungos	Anual	≤ 750 UFC/m ³ ; relação interior/exterior ≤ 1,5
Verificação das vazões de ar exterior	Anual	Vazão de projeto ±10 %

A avaliação deve contemplar obrigatoriamente a sala de reuniões do térreo em condição de evento, por ser o ambiente de maior densidade de ocupação da edificação.

25.6 Registros e indicadores

Recomenda-se ao CONDER manter, além dos registros obrigatórios do PMOC, o acompanhamento do consumo de energia do sistema e do número de chamados corretivos por equipamento. A variação desses indicadores é o meio mais objetivo de identificar precocemente a degradação de desempenho, permitindo intervenção antes da falha e evitando a interrupção do funcionamento da edificação.

26. SEGURANÇA DO TRABALHO

- todos os serviços devem observar as Normas Regulamentadoras aplicáveis, especialmente a NR-6, a NR-10, a NR-12, a NR-18 e a NR-35;
- os serviços na cobertura e nas evaporadoras do pé-direito duplo caracterizam trabalho em altura, exigindo capacitação específica (NR-35), análise de risco, permissão de trabalho, sistema de ancoragem e cinturão de segurança com talabarte duplo;
- os serviços em instalações elétricas exigem capacitação conforme a NR-10, desenergização com bloqueio e etiquetagem e comprovação da ausência de tensão antes do início;
- a brasagem exige proteção contra queimaduras e contra inalação de fumos, extintor de incêndio no local e permissão para trabalho a quente;
- o manuseio de cilindros de nitrogênio e de fluido refrigerante exige transporte e armazenamento na vertical, com cilindros amarrados, protegidos do calor e com capacete de proteção da válvula; a pressurização exige regulador com manômetro e válvula de alívio;
- é vedado o uso de oxigênio ou de ar comprimido para pressurização de circuitos frigorígenos, pela possibilidade de combustão violenta na presença do óleo do compressor;
- a área da cobertura deve permanecer sinalizada e com acesso controlado durante os serviços.

27. MEIO AMBIENTE E FLUIDOS REFRIGERANTES

- os fluidos refrigerantes admitidos são o R-410A e o R-32, isentos de substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal em sua fase de eliminação; é vedado o emprego de fluidos à base de CFC e HCFC, inclusive o R-22;
- é expressamente proibida a liberação de fluido refrigerante para a atmosfera em qualquer circunstância, inclusive durante ensaios, manutenções e desativações;
- toda intervenção que exija abertura do circuito deve ser precedida de recolhimento do fluido com unidade recuperadora e cilindro próprio, com registro da quantidade recolhida;
- o fluido recuperado deve ser reciclado, regenerado ou destinado a empresa licenciada, com emissão do respectivo comprovante, conforme a Lei n.º 12.305/2010;
- embalagens, filtros usados, óleo lubrificante, componentes substituídos e resíduos de isolamento devem receber destinação ambientalmente adequada, com comprovação documental entregue ao CONDER;
- equipamentos eventualmente substituídos ao longo da vida útil devem ser destinados conforme a logística reversa aplicável a produtos eletroeletrônicos;
- os procedimentos de manuseio devem observar as boas práticas técnicas do setor, sendo recomendável que os profissionais envolvidos possuam qualificação específica em manipulação de fluidos refrigerantes.

São Miguel do Oeste/SC, setembro de 2026.

CHARLES DALL
ORSOLETTA:0758
1154904

Assinado de forma digital por
CHARLES DALL
ORSOLETTA:07581154904
Dados: 2026.10.02 20:14:31
-03'00'

Arq. Urb. Charles Dall Orsoletta
CAU A164709-1
Responsável técnico pelo projeto arquitetônico
AUTORES PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA.
CNPJ 36.177.001/0001-53
Empresa projetista