

ANEXO C
CLIMATIZAÇÃO E EXAUSTÃO
MEMORIAL DE CÁLCULO

DISCIPLINA	SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO E EXAUSTÃO
PROJETISTA	ENG. MECÂNICO ROBERTO LIMA SILVEIRA DA ROSA JUNIOR

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. Equipe técnica.....	3
2.1 Responsável Técnico.....	3
3. abordagem geral do projeto.....	4
4. PREMISSAS E CRITÉRIOS DE PROJETO.....	5
5. metodologia de cálculo.....	7
5.1 Normas Técnicas.....	7
5.3 Ferramentas de Dimensionamento Utilizadas.....	8
6. CARGAS TÉRMICAS POR AMBIENTE.....	9
6.1 Parâmetros Considerados.....	9
6.2 Normas e Diretrizes Técnicas.....	10
6.3 Fórmulas Utilizadas.....	10
6.4 Conversões para Capacidade Nominal.....	11
Os valores calculados foram convertidos para unidades comerciais dos fabricantes:.....	11
6.5 Taxa de Renovação de Ar.....	11
6.6 Fatores Adicionais Considerados.....	11
7. DISTRIBUIÇÃO DE AR.....	12
7.1 Seleções dos Equipamentos.....	12
Viabilidade de instalação, levando em conta:.....	13
7.2 Distribuição sem Uso de Dutos.....	14
7.3 Cortinas de Ar.....	14
7.4 Ventilações Naturais e Exaustão.....	15
7.5 Admissões de Ar Externo.....	15
8 INSTALAÇÕES FRIGORÍGENA.....	16
9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	17
10 ACESSIBILIDADE E MANUTENÇÃO.....	18
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19

1. INTRODUÇÃO

Este memorial tem como objetivo apresentar os critérios de dimensionamento e as soluções adotadas para o sistema de climatização e exaustão dos pavimentos térreos e 2º piso do **Terminal Municipal de Araucária – PR**, no contexto de uma obra de reforma.

O projeto foi desenvolvido com base no anteprojeto arquitetônico e nas diretrizes técnicas estabelecidas pelo Termo de Referência, levando em consideração aspectos como eficiência energética, conforto térmico, renovação de ar, viabilidade executiva e sustentabilidade.

Por se tratar de uma intervenção em uma edificação existente, optou-se pela utilização de aparelhos tipo Split inverter de teto, que oferecem maior eficiência energética, baixo nível de ruído e facilidade de instalação, especialmente em ambientes sem forro contínuo ou com restrições de espaço técnico.

A renovação de ar nos ambientes climatizados será feita de forma natural, por meio das aberturas e janelas existentes, aproveitando a ventilação cruzada para garantir a qualidade do ar interior conforme as normas vigentes.

Nos ambientes de apoio, como banheiros e Depósitos de Material de Limpeza (DML), serão instalados exaustores tipo Ventokit, de forma a assegurar a adequada exaustão do ar viciado e atender às exigências de ventilação mecânica mínima.

Este documento contempla a metodologia de cálculo adotada, os parâmetros técnicos considerados, o dimensionamento das cargas térmicas, a escolha dos equipamentos e as justificativas para as soluções propostas, com foco na funcionalidade, segurança e desempenho do sistema.

2. EQUIPE TÉCNICA

2.1 Responsável Técnico

Resp. Técnico: Engº Mecânico Roberto Lima Silveira da Rosa Junior – CREA - PR 189.123/D

3. ABORDAGEM GERAL DO PROJETO

O sistema de climatização dos pavimentos térreo e 2º piso do Terminal Municipal de Araucária foram concebidos considerando as limitações e características da edificação existente, buscando compatibilizar eficiência, conforto e viabilidade técnica.

A solução adotada baseia-se na instalação de aparelhos Split inverter de teto, que permitem distribuição uniforme do ar condicionado, baixo consumo energético e reduzido impacto visual e estrutural, essenciais para obras de reforma. Estes equipamentos são instalados no forro ou próximo ao teto, otimizando o aproveitamento do espaço e facilitando a manutenção.

Para garantir a adequada renovação do ar interior, aproveita-se a ventilação natural proporcionada pelas janelas existentes, configurando um sistema híbrido de ventilação. Esta estratégia visa o atendimento às normas técnicas de qualidade do ar interior (como a ABNT NBR 16401 e ASHRAE), garantindo conforto e segurança aos usuários.

Nos ambientes de uso específico, tais como banheiros e depósitos de material de limpeza (DML), foi previsto o uso de exaustores tipo Ventokit, estrategicamente dimensionados para promover a exaustão mecânica do ar viciado, eliminando odores e umidade e preservando a qualidade do ambiente.

O sistema contempla ainda o dimensionamento das cargas térmicas internas e externas, calculadas com base em parâmetros climáticos locais, ocupação, equipamentos eletrônicos, iluminação e características construtivas da edificação, assegurando a correta capacidade dos equipamentos.

Adicionalmente, a solução técnica leva em consideração aspectos de sustentabilidade e eficiência energética, priorizando equipamentos com tecnologia inverter, que ajustam a potência conforme a demanda térmica, reduzindo o consumo de energia e aumentando a vida útil dos aparelhos.

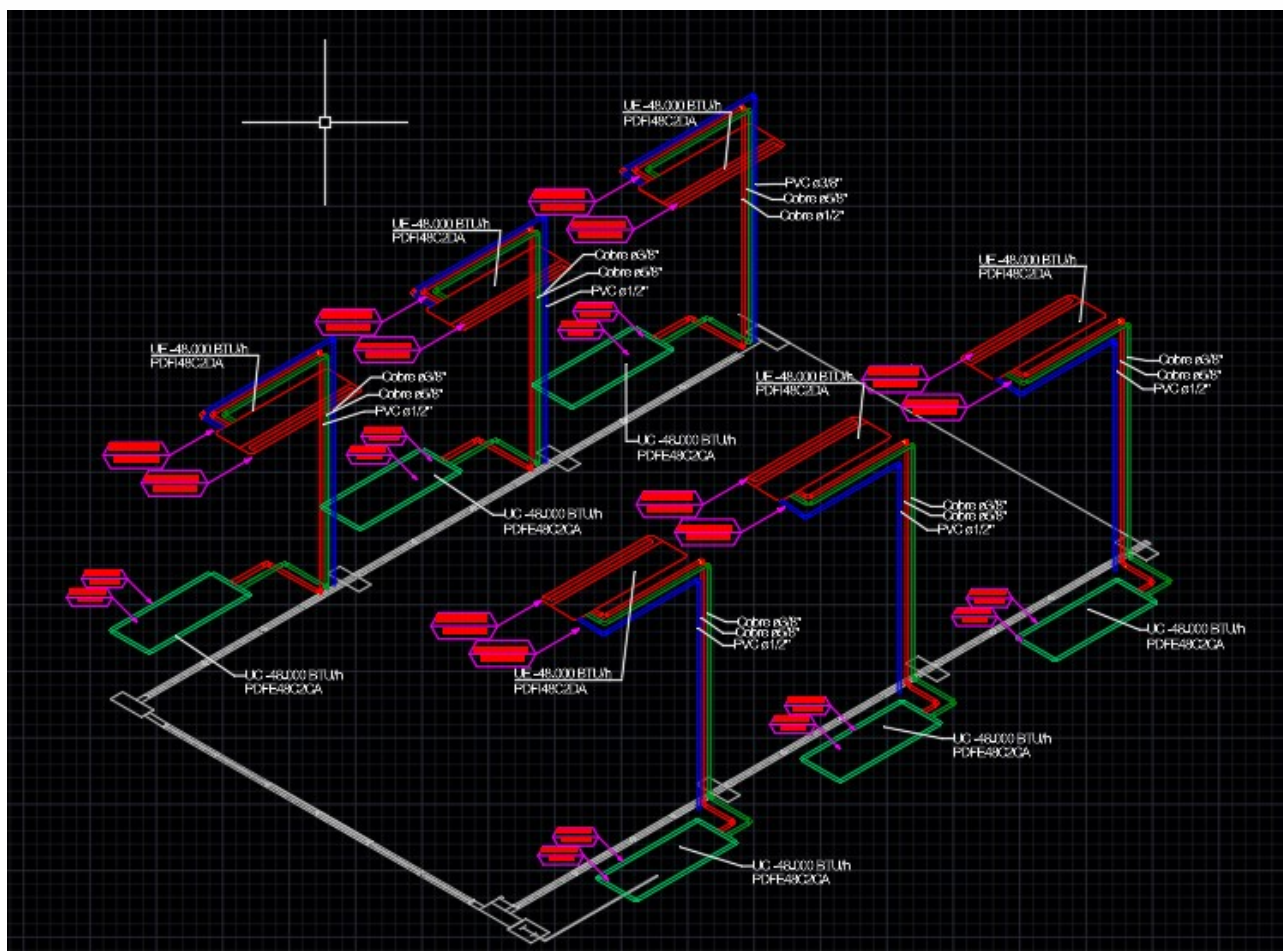


Figura 1 – Isométrico do sistema de climatização do 2º Piso Sala Distribuição. Fonte: CAD, 2025.

4. PREMISSAS E CRITÉRIOS DE PROJETO

Para o desenvolvimento do sistema de climatização e exaustão do Terminal Municipal de Araucária – PR foram adotadas as seguintes premissas e critérios técnicos:

- **Conforto térmico:** Atender às recomendações da norma ABNT NBR 16401-2 (Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários – Parte 2: Projetos), garantindo temperaturas internas entre 22°C e 26°C e umidade relativa do ar entre 40% e 60%, em ambientes ocupados;

- **Clima local:** Utilização dos dados climáticos oficiais da região de Araucária – PR, considerando temperaturas máximas, mínimas, insolação e umidade relativa, conforme dados do INMET e outras fontes meteorológicas confiáveis;
- **Cargas térmicas:** Cálculo das cargas térmicas internas e externas levando em conta: carga sensível solar (incidência solar sobre fachadas e coberturas); carga interna proveniente de ocupação, iluminação e equipamentos; Ventilação natural como forma de renovação do ar;
- **Solução de climatização:** Utilização de aparelhos split inverter de teto, escolhidos pela eficiência energética, facilidade de instalação e adequação ao ambiente existente;
- **Ventilação e exaustão:** Emprego da ventilação natural via janelas para renovação de ar; instalação de exaustores Ventokit em banheiros e DML para extração mecânica do ar viciado;
- **Viabilidade executiva:** Consideração das limitações impostas pela estrutura existente, buscando minimizar cortes e intervenções nos elementos construtivos, com atenção à manutenção futura;
- **Sustentabilidade e eficiência energética:** Prioridade para equipamentos com tecnologia inverter, que promovem redução do consumo energético e melhor desempenho operacional;
- **Normas e regulamentações:** Atendimento às normas técnicas brasileiras pertinentes, incluindo ABNT NBR 16401, ABNT NBR 15575 (Desempenho de edificações habitacionais) e legislações municipais aplicáveis;
- **Segurança:** Consideração dos aspectos de segurança elétrica, prevenção contra riscos de incêndio e conforto acústico.

Esses critérios foram estabelecidos com o propósito de garantir um sistema de climatização eficiente, seguro e compatível com as condições da obra de reforma, priorizando a facilidade de instalação, manutenção, durabilidade dos equipamentos e a otimização do consumo energético.

5. METODOLOGIA DE CÁLCULO

Os cálculos de dimensionamento do sistema de climatização foram realizados com base na aplicação das normas técnicas brasileiras e referências complementares, utilizando ferramentas computacionais para análise e detalhamento dos parâmetros térmicos.

Para a elaboração dos projetos executivos, foi utilizado softwares como AutoCAD, assegurando precisão nos desenhos técnicos e compatibilização com as demais disciplinas. Para o cálculo das cargas térmicas e seleção dos equipamentos, foi adotado o software da Carrier, ferramenta reconhecida para simulação e dimensionamento de sistemas de ar-condicionado, garantindo maior confiabilidade e eficiência no processo.

5.1 Normas Técnicas

O dimensionamento seguiu as principais normas técnicas brasileiras relativas a instalações de ar-condicionado e conforto ambiental, entre as quais destacam-se:

- **ABNT NBR 16401-1:2008** – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Projeto das instalações;
- **ABNT NBR 16401-2:2008** – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Parâmetros de conforto térmico;
- **ABNT NBR 16401-3:2008** – Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Qualidade do ar interior;
- **ABNT NBR 7541:2004** – Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar-condicionado – Requisitos;
- **ABNT NBR 15575:2013** – Desempenho de edificações habitacionais;
- **ABNT NBR ISO 7730:2007** – Ergonomia dos ambientes térmicos – Determinação e interpretação dos índices PMV e PPD e especificação das condições ambientais de conforto térmico;
- **ASHRAE Handbook – Fundamentals** – Para dados complementares sobre carga térmica e ventilação;
- Normas municipais e legislações vigentes aplicáveis ao Terminal Municipal de Araucária.

5.2 Critérios e Parâmetros Considerados

Para o cálculo das cargas térmicas e dimensionamento do sistema, foram consideradas as seguintes variáveis:

- **Clima local:** Dados climáticos de Araucária – PR, incluindo temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa e insolação, obtidos do INMET;
- **Características construtivas:** Área, volume, tipo e orientação das paredes, cobertura, tipo de vidros e esquadrias;
- **Carga térmica solar:** Avaliada conforme incidência solar direta e difusa nas fachadas e coberturas;
- **Cargas internas:** Ocupação média, equipamentos elétricos e iluminação;
- **Ventilação natural:** Avaliação da renovação de ar pelas janelas existentes e seu impacto nas cargas térmicas;
- **Critérios de conforto térmico:** Temperaturas internas entre 22°C e 26°C, umidade relativa entre 40% e 60%, conforme ABNT NBR 16401-2:2008;
- **Eficiência energética:** Prioridade para equipamentos com tecnologia inverter, que ajustam a capacidade conforme demanda, reduzindo consumo.

5.3 Ferramentas de Dimensionamento Utilizadas

O dimensionamento das cargas térmicas e a seleção dos equipamentos do sistema de climatização foram realizados utilizando-se softwares reconhecidos e consolidados no mercado, como o software da Carrier, que permite uma análise detalhada, confiável e alinhada às normas técnicas brasileiras e internacionais.

Adicionalmente, ferramentas gratuitas, como o CoolPack e outras plataformas open-source, foram utilizadas como suporte em fases preliminares do projeto, para validação rápida de dados e estimativas iniciais. Ressalta-se que essas ferramentas gratuitas complementam o processo de dimensionamento, mas a versão final dos cálculos e especificações foi consolidada por meio de softwares proprietários, garantindo a robustez técnica exigida em projetos para licitação pública.

Dessa forma, o projeto assegura o atendimento aos critérios de precisão, eficiência e conformidade normativa, garantindo a confiabilidade do sistema de climatização proposto.

6. CARGAS TÉRMICAS POR AMBIENTE

O dimensionamento das cargas térmicas do Terminal Municipal de Araucária foi realizado com base em critérios técnicos e normas específicas, visando garantir conforto térmico, qualidade do ar interior e eficiência energética. O processo utilizou como referência o **software Hourly Analysis Program (HAP)** da Carrier, ferramenta consolidada para simulações térmicas horárias e cálculo de carga térmica total (sensível e latente).

6.1 Parâmetros Considerados

O cálculo da carga térmica de cada ambiente considerou os seguintes fatores:

- **Ocupação média** dos ambientes, de acordo com sua função (salas técnicas, recepção, atendimento, etc.);
- **Ganhos térmicos internos** oriundos de equipamentos eletrônicos em operação (computadores, monitores, impressoras, televisores, entre outros);
- **Carga térmica por iluminação artificial**, com base em potências instaladas e fator de utilização;
- **Transmissão térmica** pelas superfícies da edificação (paredes, coberturas, aberturas e piso), considerando a orientação solar local e o tipo de material empregado na envoltória;
- **Renovação de ar**, conforme normas ABNT NBR 16401 (Partes 1, 2 e 3) e ASHRAE 62.1, especialmente em ambientes com exigências sanitárias;
- **Infiltração de ar externo**, especialmente em áreas de maior circulação de pessoas;
- **Altura do pé-direito**, influenciando diretamente o volume de ar a ser tratado;
- **Intermitência de uso e horário de pico** dos ambientes.

6.2 Normas e Diretrizes Técnicas

Foram utilizadas como base para o cálculo térmico e ventilação:

- **ABNT NBR 16401-1:2024** – Projetos de instalações de ar-condicionado;
- **ABNT NBR 16401-2:2024** – Parâmetros de conforto térmico;
- **ABNT NBR 16401-3:2024** – Qualidade do ar interior;
- **ASHRAE Handbook – Fundamentals** – Capítulo de "Cooling Load Calculations";
- **ASHRAE Standard 62.1** – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

6.3 Fórmulas Utilizadas

A carga térmica total é determinada pela soma das componentes **sensível e latente**:

$$Q_{T} = Q_{S} + Q_{L}$$

Onde:

- **Q_{T}** = Carga térmica total (kW ou TR);
- **Q_{S}** = Carga térmica sensível;
- **Q_{L}** = Carga térmica latente.

CARGA SENSÍVEL:

A carga térmica sensível é composta por:

$$Q_{S} = Q_{\text{transmissão}} + Q_{\text{ocupação}} + Q_{\text{iluminação}} + Q_{\text{equipamentos}} + Q_{\text{ventilação_sensível}}$$

- **$Q_{\text{transmissão}}$** = $U \times A \times \Delta T$
(U: coeficiente global de transmissão térmica; A: área da superfície; ΔT : diferença de temperatura entre interior e exterior).

Carga Latente:

Calculada com base na umidade relativa e renovação de ar:

$$Q_{\text{ventilação_latente}} = 3,02 \times V \times (\omega_e - \omega_i)$$

Onde:

- V = vazão de ar externo (m³/s);
- ω = razão de umidade (kg de água/kg de ar seco).

6.4 Conversões para Capacidade Nominal

Os valores calculados foram convertidos para unidades comerciais dos fabricantes:

- **1 TR (tonelada de refrigeração) = 12.000 BTU/h $\approx$ 3,517 kW**

Exemplo:

$$Q_{_T} = 10,5 \text{ kW} \rightarrow 10,5 \div 3,517 \approx 3,0 \text{ TR} \rightarrow 36.000 \text{ BTU/h}$$

6.5 Taxa de Renovação de Ar

Conforme a ABNT NBR 16401-1:2024 e ASHRAE 62.1, foram adotadas taxas de renovação mínima por ocupante para cada tipo de ambiente.

Exemplos:

Sala de Medicamentos com uma renovação mínima de 25,0 L/s* pessoa

Farmácia com uma renovação mínima de 30,0 L/s* pessoa

Escritório/ administrativo com uma renovação mínima de 17,0 L/s* pessoa

Biblioteca com uma renovação mínima de 17,0 L/s* pessoa

6.6 Fatores Adicionais Considerados.

Clima local (Araucária – PR):

TBS média anual: 16,4°C $\pm$ 2°C

TBS média: 14,1 °C

Umidade relativa: < 75% (sem controle)

Sistemas selecionados: Split Hi-Wall, Piso –Teto Inverter, com ou sem ciclo reverso, conforme a função do ambiente.

Controle sanitário: ambientes como farmácia e almoxarifado seguem RDC 430/2020 da Anvisa.

Automação e eficiência energética: Seguindo critérios de EER/COP mínimos conforme IMETRO e NBR 5858.

7. DISTRIBUIÇÃO DE AR

A distribuição de ar nos ambientes será realizada por meio dos próprios evaporadores dos sistemas de expansão direta (Split Hi-Wall, Cassete 4 vias e Piso-Teto), sendo esta solução adotada em razão da inviabilidade técnica de instalação de dutos, dado que se trata de uma obra de reforma em edificação existente, sem espaço suficiente na estrutura para passagem de redes de insuflação e retorno de ar.

Portanto, os equipamentos foram posicionados estrategicamente para proporcionar uma boa cobertura de ar climatizado, respeitando o layout interno, circulação de pessoas e mobiliário, evitando zonas de sombra térmica ou recirculação direta.

A seguir são apresentados os critérios de seleção dos equipamentos e os ambientes atendidos. Para garantir o desempenho adequado e a segurança da estrutura metálica ao longo de sua vida útil, recomenda-se observar as seguintes diretrizes durante a fase de execução e operação:

7.1 Seleções dos Equipamentos

Com base nas cargas térmicas calculadas para cada ambiente, foram selecionados os equipamentos de climatização mais adequados, considerando os seguintes critérios técnicos e normativos:

Capacidade térmica (BTU/h ou TR), atendendo à carga calculada com margem de segurança de 10% a 15%.

Eficiência energética, com prioridade para modelos com tecnologia Invertre e Selo Procel Nível "A".

Nível de ruído reduzido, especialmente em áreas de atendimento ao público, administrativo e consultórios.

Tipo de instalação conforme a função e configuração do ambiente:

- Split Hi-Wall para ambientes de pequeno e médio porte;
- Cassete 4 vias para áreas maiores ou com distribuição mais uniforme;
- Piso-Teto onde não há espaço em forro ou o pé-direito favorece esta aplicação;

Viabilidade de instalação, levando em conta:

- Espaço técnico disponível;
- Acessibilidade para manutenção preventiva e corretiva;
- Distâncias frigorígenas compatíveis com os manuais dos fabricantes.

Relação de Equipamentos Selecionados

Ambiente	Capacidade do Equipamento	Tipo de Equipamento
Sala de Distribuição da Saúde	48.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala de Distribuição	36.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala de área técnica Servidor	9.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Almoxarifado de Medicamentos Controlados	18.000 BTU/h	Split Hi-Wall- FRIO
Sala de Coordenação	18.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Almox. Medicamentos	36.000 BTU/h	Split Hi-Wall - FRIO
Sala da Superintendência	24.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala de Fiscalização	30.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala de Operações	24.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Consultório Farmacêutico	18.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala de Bilhetagem	36.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Guichê Bilhetagem	36.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Biblioteca	18.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala de Operações (Cofre)	12.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala dos Motoristas	36.000 BTU/h	Split Hi-Wall
Sala de distribuição Saúde	Cortina de AR	
Banheiros/DML	VENTOKI COM SENSOR DE PRESENÇA	

Tabela 01: referencia adotada para os ambientes.

Todos os equipamentos especificados operam com ciclo reverso (quente/frio), permitindo o uso tanto para resfriamento no verão quanto para aquecimento nos períodos mais frios, garantindo conforto térmico em todas as estações do ano, conforme as

exigências normativas para edificações de uso contínuo.

Os dimensionamentos foram realizados com base nas cargas térmicas específicas de cada ambiente, considerando:

- Número de ocupantes e perfil de uso de cada espaço;
- Equipamentos internos que geram calor (computadores, geladeiras, luminárias, etc.);
- Iluminação artificial instalada, conforme níveis de iluminância adotados;
- Taxa de renovação de ar conforme as exigências da RDC 50/ANVISA, ABNT NBR 16401 e demais normas aplicáveis.

Essa abordagem garante que cada sistema atenda com precisão às necessidades reais do ambiente, evitando sub ou superdimensionamento e promovendo maior eficiência energética e durabilidade dos equipamentos.

7.2 Distribuição sem Uso de Dutos

A distribuição de ar será realizada exclusivamente pelos próprios evaporadores dos sistemas Split, com aletas móveis e controle de velocidade de ventilação, permitindo direcionamento adequado do fluxo de ar ao longo dos ambientes.

Foram observados os seguintes pontos:

- Posicionamento para **evitar curto-circuito de ar** e maximizar a varredura;
- **Acesso fácil** aos equipamentos para fins de manutenção;
- Garantia de **conforto térmico uniforme**, mesmo sem insuflação dutos.

7.3 Cortinas de Ar

A entrada principal do edifício contará com a instalação de uma cortina de ar, a fim de minimizar a perda de ar climatizado para o ambiente externo e reduzir a entrada de ar quente e contaminante. Esta solução visa:

A cortina de ar funcionará em sincronia com a abertura das portas de acesso principal.

7.4 Ventilações Naturais e Exaustão

Em função das limitações estruturais da edificação — por se tratar de uma obra de reforma — não foi viável implantar um sistema completo de dutos para distribuição forçada de ar. Dessa forma, foram adotadas soluções mistas de ventilação natural e mecânica localizada, de modo a garantir o conforto térmico, a renovação de ar e o atendimento às exigências normativas vigentes (NBR 16401-3 e ASHRAE 62.1). Os ambientes com aberturas permanentes para o exterior, como janelas e venezianas, se beneficiam da ventilação natural cruzada, especialmente em situações de uso intermitente ou períodos de menor carga térmica.

Esta solução foi adotada para:

- Exaustores tipo Ventokit com sensor de presença, quando aplicável;
- Vazão dimensionada para garantir mínimo de 10 trocas de ar por hora, conforme a volumetria de cada ambiente;
- Instalação com dutos curta e saída direta para o exterior por grelhas ou venezianas, considerando as restrições construtivas do prédio;
- Componentes com baixo nível de ruído e elevada eficiência, de fácil manutenção.
- Os ambientes atendidos por exaustão mecânica são:
 - Banheiros (masculinos, femininos, acessíveis);
 - DML – Depósito de Material de Limpeza;
 - Copa e áreas de apoio;
 - Almoxarifado de medicamentos controlados, quando necessário.

7.5 Admissões de Ar Externo

A reposição do ar extraído mecanicamente será realizada por meio de aberturas naturais, mantendo o equilíbrio de pressão e a renovação adequada nos ambientes. São utilizadas:

- Janelas de fachada;
- Venezianas permanentes;

- Vãos técnicos, quando disponíveis.
- Essa estratégia assegura o fluxo contínuo de ar, contribuindo para a qualidade do ar interior (IAQ) e evitando pressurizações indesejadas nos ambientes críticos.

8 INSTALAÇÕES FRIGORÍGENA

A instalação frigorígena foi projetada em conformidade com os parâmetros da NBR 16401 (partes 1 e 3), NBR 16069 e boas práticas de engenharia, a fim de assegurar o desempenho, confiabilidade e eficiência dos sistemas de climatização propostos.

Foram considerados os seguintes critérios técnicos:

- As tubulações frigorígenas serão em cobre sem costura, isoladas termicamente com elastômero flexível (espessura mínima conforme fabricante e tipo de gás refrigerante), dimensionadas de acordo com o comprimento total do circuito, perda de carga admissível e capacidade térmica da linha;
- As ligações entre unidades evaporadoras e condensadoras respeitarão os **limites máximos de comprimento e desnível vertical** recomendados pelos fabricantes, garantindo o retorno de óleo e o desempenho termodinâmico adequado;
- Serão adotados percursos otimizados, com o menor número possível de curvas, joelhos e conexões, minimizando perdas de carga e facilitando futuras manutenções;
- Toda a tubulação será fixada com suportes metálicos apropriados e embutidos ou protegidos conforme o ambiente, garantindo resistência mecânica, isolamento acústico e proteção contra vibração;
- As passagens por elementos estruturais (paredes e lajes) contarão com buchas metálicas ou de PVC rígido, com vedação adequada em ambas às faces, para manter a estanqueidade e evitar infiltrações ou trocas térmicas indesejadas;
- Os drenos de condensado serão executados em tubulação de PVC rígido, com diâmetro e declividade dimensionados para vazão contínua (declividade mínima de 1%), com pontos de inspeção e sifões de retenção conforme norma e uso específico do ambiente.

9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DOS EQUIPAMENTOS

A alimentação elétrica dos sistemas de climatização seguirá os critérios de dimensionamento normativo, atendendo à NBR 5410, NBR 14039 (quando aplicável), NR-10, e recomendações específicas dos fabricantes dos equipamentos. A infraestrutura elétrica foi dimensionada para garantir segurança, confiabilidade operacional e desempenho adequado dos sistemas de climatização.

- Circuitos independentes para cada equipamento, partindo de quadros de distribuição dedicados, com disjuntores dimensionados conforme a potência nominal dos condicionadores;
- Condutores dimensionados com base na corrente nominal de operação, corrente de partida (quando aplicável) e regime de funcionamento contínuo, observando a queda de tensão máxima admissível de 4%, conforme a NBR 5410;
- Utilização de cabos com isolamento termoplástico ou termofixo 750 V (ou superior), instalados em eletrodutos embutidos ou aparentes, conforme o ambiente, respeitando os fatores de agrupamento e temperatura;
- Implementação de proteção contra sobrecorrente, curto-circuito, surtos e fuga à terra, com sistemas de aterramento funcional e de proteção, em conformidade com os requisitos da NBR 5410 e da NR-10;
- Prioridade para instalações embutidas ou protegidas nos ambientes administrativos e de atendimento ao público, garantindo segurança operacional e qualidade estética;
- Todos os equipamentos com tecnologia Inverter terão cabeamento de comunicação dedicado entre evaporadora e condensadora, conforme exigências específicas de cada fabricante, assegurando controle eficiente e operação estável;
- Os quadros de distribuição destinados à climatização serão projetados com espaço de reserva para futuras ampliações ou modificações, incluindo identificação visual padronizada e entrega do diagrama unifilar no projeto executivo.
- Todos os equipamentos com tecnologia Inverter terão cabeamento de comunicação entre evaporadora e condensadora, conforme orientação técnica de cada fabricante, garantindo o controle e operação estável do sistema;

- Os quadros de climatização terão espaço reservado para futuras ampliações ou alterações, com identificação visual e diagrama unifilar entregue em projeto executivo.

10 ACESSIBILIDADE E MANUTENÇÃO

O sistema de climatização foi projetado considerando a necessidade de manutenção preventiva e corretiva eficiente, de modo a garantir segurança operacional, durabilidade dos equipamentos e conformidade técnica, conforme as diretrizes da NBR 16401-3 – Instalações de ar-condicionado – Qualidade do ar interior. A disposição das unidades internas e externas considera áreas livres mínimas para acesso técnico, ventilação e operação segura;

Foram observados os seguintes critérios técnicos:

- As unidades evaporadoras e condensadoras foram posicionadas de forma a garantir acesso desobstruído, com áreas livres mínimas para inspeção, limpeza e substituição de componentes;
- Os equipamentos foram **instalados fora das rotas principais de circulação** e em locais que **não interfiram com elementos estruturais, arquitetônicos ou decorativos**, evitando riscos e conflitos com outros sistemas prediais;
- As **condensadoras externas** foram alocadas em **áreas ventiladas naturalmente**, com proteção contra intempéries e respeitando os afastamentos mínimos em relação a janelas, tomadas de ar e fachadas, conforme a **ABNT NBR 16401 e boas práticas da ASHRAE**;
- As **bandejas de condensado, filtros e painéis de acesso** das unidades internas estão posicionadas de maneira a **facilitar a limpeza regular e substituição**, contribuindo para a qualidade do ar interior e desempenho do sistema;
- Os **pontos de fixação, suportes e bases** foram dimensionados para garantir **estabilidade mecânica**, absorção de vibrações e acesso seguro durante intervenções;

- Toda a **documentação técnica dos equipamentos** (manuais de operação, diagramas elétricos e instruções de manutenção) será entregue junto ao **manual geral da edificação**, promovendo a correta utilização do sistema pela equipe técnica do contratante;
- As instalações atendem aos princípios de **segurança elétrica e operacional**, observando as exigências da **NR-10** no que tange à manutenção de sistemas energizados.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Memorial de Cálculo descreve o dimensionamento, especificação e diretrizes de instalação do sistema de climatização proposto, considerando as características da edificação existente, seus usos e as exigências técnicas e normativas aplicáveis.

O projeto foi elaborado com base em critérios consolidados de engenharia térmica, priorizando o desempenho energético, conforto ambiental, viabilidade técnica e operacional, e facilidade de manutenção.

Destacam-se os seguintes pontos:

- A definição das cargas térmicas foi realizada conforme os princípios da norma ABNT NBR 16401 (Partes 1, 2 e 3), considerando fatores como ocupação, carga interna (iluminação e equipamentos), trocas de calor com o exterior e necessidades de renovação de ar;
- A seleção dos equipamentos priorizou modelos com tecnologia Inverter, de ciclo reverso (quente/frio), com selo Procel nível “A” de eficiência energética, adequados às características físicas, funcionais e operacionais de cada ambiente;
- A distribuição de ar foi resolvida com unidades tipo Split Hi-Wall, Cassete 4 vias e Piso-Teto, conforme a ocupação, layout e restrições da edificação, eliminando a necessidade de dutos e aproveitando a infraestrutura existente;
- As soluções de ventilação mecânica localizada (Ventokit), ventilação natural cruzada e uso de cortinas de ar asseguram o atendimento às exigências de salubridade, conforto térmico, segurança e qualidade do ar interior, conforme a NBR 16401-3;

- Foram respeitadas todas as normas técnicas vigentes, incluindo a NBR 5410 (instalações elétricas de baixa tensão), NBR 14039 (média tensão, quando aplicável), e recomendações da ASHRAE para projetos de HVAC;
- A instalação frigorígena e elétrica foi projetada conforme boas práticas, considerando os limites dos fabricantes para interligações, dimensionamento de cabos, proteção contra falhas elétricas e conformidade com a NR-10 e demais normas de segurança;
- A manutenção e acessibilidade dos equipamentos foram asseguradas por meio da previsão de espaços técnicos adequados, posicionamento estratégico das unidades e documentação complementar, garantindo operação segura e manutenibilidade em longo prazo.

O sistema proposto busca conciliar conforto ambiental, com ênfase no conforto térmico e qualidade do ar, eficiência energética, simplicidade de instalação, facilidade de manutenção e adequação à estrutura existente, assegurando conformidade técnica e desempenho compatível com as funções da edificação.

Engº MEC. Roberto L. S da Rosa Jr.
CREA - PR 189.123/D