

Este documento fará parte integrante do Contrato, valendo como se fosse neles efetivamente transcrito.

REVISÃO	DATA	EVENTO:
0	21/05/21	EMISSÃO INICIAL



**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO LOGÍSTICA E FINANCEIRA  
DIRETORIA DE MATERIAIS E SERVIÇOS  
CENTRO DE OBRAS E MANUTENÇÃO PREDIAL**



OBJETO:

**EDIFICAÇÃO: 42º GRUPAMENTO BOMBEIRO MILITAR – SOL NASCENTE**

TÍTULO DO DOCUMENTO:

**MEMORIAL DESCRITIVO  
CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES  
MEMORIAL DE CÁLCULO  
AR CONDICIONADO - ARC**

ÓRGÃO RESPONSÁVEL:

**CENTRO DE OBRAS E MANUTENÇÃO PREDIAL - COMAP**

COMANDANTE DO COMAP:

TC QOBM/Comb. **ISAAC** DA SILVA BARBOSA MIRANDA – MAT. 1400120

COLABORADORES:

**ISA** PAULA CORRÊA GUIMARÃES – MAJOR QOBM/COMPL. MAT. 1667123  
FELIPE **JUBÉ** DE OLIVEIRA – 1º TEN QOBM/COMPL. MAT. 3053233



## SUMÁRIO

<b>1 MEMORIAL DESCRITIVO.....</b>	<b>3</b>
1.1 OBJETIVO.....	3
1.2 CLIMATIZAÇÃO.....	3
<b>2 CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES.....</b>	<b>4</b>
2.1 OBJETIVO.....	4
2.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS MATERIAIS E SERVIÇOS.....	4
2.3 CONDICIONADORES DE AR.....	4
2.4 REDE FRIGORÍGENA.....	9
2.5 REDE DE DRENAGEM.....	10
2.6 ESPUMA ELASTOMÉRICA DE POLIURETANO.....	11
2.7 ALMOFADA DE BORRACHA ANTIVIBRAÇÃO.....	12
2.8 GARANTIAS.....	12
2.9 DISPOSIÇÕES FINAIS.....	13
<b>3 MEMORIAL DE CÁLCULO.....</b>	<b>14</b>
3.3 INTRODUÇÃO.....	14
3.4 COMPLEMENTOS DESTE MEMORIAL.....	15
3.5 OBJETIVOS.....	15
3.6 BASES DE CÁLCULO.....	15
3.7 CARGA TÉRMICA DE PROJETO.....	21
3.8 REDE FRIGORÍGENA.....	21
3.9 REDE DE DRENAGEM.....	22



## **1 MEMORIAL DESCRITIVO**

### **1.1 OBJETIVO**

**1.1.1** Este Memorial apresenta em detalhes as características do sistema de climatização do 42º Grupamento Bombeiro Militar – Sol Nascente, com área construída de 575,20 m<sup>2</sup>, situado no SHSN Trecho 01, Qd 500, Área Especial 03, Setor Habitacional Sol Nascente, CEP 72236-800, Brasília/DF.

**1.1.2** Este Memorial Descritivo fará parte integrante do Contrato, valendo como se fosse nele efetivamente transcrito.

### **1.2 CLIMATIZAÇÃO**

**1.2.1** Previu-se que a climatização seja aplicada a todos os ambientes da edificação, exceto em áreas sem a presença permanente de pessoas. Apesar de abranger toda a edificação, a climatização será individualizada, por meio de condicionadores de ar do tipo *air-split*, ou seja, com condensadora e evaporadora separadas por uma rede frigorígena. Esta solução foi adotada, considerando-se que as dimensões da edificação favorecem tecnicamente esta solução e que os custos destes equipamentos são bastante atraentes, considerando a grande escala com que têm sido utilizados no mercado.

**1.2.2** Este sistema possui como vantagens a robustez, a simplicidade na instalação e na manutenção e o custo reduzido, mas possui como desvantagens o maior consumo global de energia elétrica, se comparado a um sistema central. O projetista optou pelo sistema mais simples considerando também a maior experiência do CBMDF em sistemas individualizados de climatização.



## **2 CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES**

### **2.1 OBJETIVO**

**2.1.1** Este Caderno de Especificações Técnicas define as exigências técnicas do CBMDF aplicáveis à CONTRATADA, para fornecimento de todos os materiais, serviços e equipamentos, relacionados ao sistema de climatização, necessários à construção do 42º GRUPAMENTO BOMBEIRO MILITAR, situado no Setor Sol Nascente.

**2.1.2** Este Caderno de Especificações Técnicas fará parte integrante do Contrato, valendo como se fosse nele efetivamente transcrito.

### **2.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS MATERIAIS E SERVIÇOS**

Será vedado à CONTRATADA, realizar serviços em desacordo com as recomendações técnicas dos fabricantes de todos os materiais e equipamentos a serem empregados, sendo obrigatória, portanto, a utilização de todo o ferramental, materiais consumíveis e serviços necessários especificados nas recomendações dos manuais dos fabricantes.

#### **2.2.1 CRITÉRIOS DE SIMILARIDADE**

**2.2.1.1** Para os materiais e produtos a serem fornecidos para compor as instalações projetadas, admitir-se-á substituição por produto equivalente, desde que aprovado, por escrito no diário de obra, pelo autor do projeto e a FISCALIZAÇÃO do CONTRATANTE.

**2.2.1.2** Poderá o CONTRATANTE solicitar da CONTRATADA laudos técnicos de ensaios/testes de laboratório credenciado pelo INMETRO, que comprovem a integral equivalência de materiais/produtos a serem fornecidos, em relação aos especificados neste Memorial, sem que com isso seja alterado o prazo estabelecido em contrato e sem ônus.

### **2.3 CONDICIONADORES DE AR**

#### **2.3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA**

**2.3.1.1** O sistema de climatização será individualizado por ambiente e empregará climatizadores com unidades evaporadoras e condensadoras distintas. Deverá possuir



condensadoras com inversores de frequência e gás refrigerante não agressivo à camada de ozônio, não inflamável e atóxico.

2.3.1.2 As condensadoras deverão ser instaladas nos locais indicados em projeto e sempre respeitando as distâncias mínimas recomendadas pelo fabricante, a fim de viabilizar as trocas térmicas.

2.3.1.3 Os gabinetes das unidades deverão atender aos seguintes parâmetros:

2.3.1.3.1 Evaporadoras: serão metálicos com proteção contra corrosão e pintura de acabamento, ou gabinetes em plástico ABS de alto impacto, ou de qualidade equivalente;

2.3.1.3.2 Condensadoras: serão metálicos com proteção contra corrosão e pintura de acabamento, ou gabinetes em plástico ABS de alto impacto, ou de qualidade equivalente, próprios para instalação ao tempo.

**2.3.2** O cabeamento elétrico de alimentação e a rede frigorígena deverão ser conduzidos em leitos específicos previstos no projeto elétrico.

**2.3.3** A rede frigorígena utilizará os shafts para atingir os diversos ambientes da edificação.

**2.3.4** Os serviços a serem fornecidos contemplam a montagem das unidades condensadoras e evaporadoras, da rede frigorígena e conexões, testes de estanqueidade, enchimento das redes, ajustes nos equipamentos, colocação em serviço e apresentação dos relatórios de ensaios e as-builts produzidos.

**2.3.5** As unidades condensadoras deverão ter serpentina em cobre, compressor Rotativo Inverter ou Duplo Rotativo Inverter e dispositivo de drenagem e reposição de gás com válvula de serviço com porca flange.

**2.3.6** As unidades evaporadoras do tipo Split Hi-Wall deverão ser instaladas nas paredes, por meio de suportes (parafusos e buchas). Para a drenagem e reposição do gás refrigerante, deverão ser dotadas de válvula de serviço com porca flange. Deverão possuir aletas para direcionamento do fluxo de ar, e os seguintes modos de operação: ventilação, refrigeração e desumidificação.



**2.3.7** As unidades evaporadoras do tipo Split Piso-teto deverão ser instaladas por meio de suportes de fixação para montagem suspensa no teto, ou afixadas à parede próxima. Para a drenagem e reposição do gás refrigerante, deverão ser dotadas de válvula de serviço com porca flange. Deverão possuir aletas para direcionamento do fluxo de ar, e os seguintes modos de operação: ventilação, refrigeração e desumidificação.

**2.3.8** As unidades evaporadoras do tipo Split Cassete deverão ser instaladas por meio de parafusos de sustentação e porca (ajuste horizontal), acompanhadas de suportes de fixação para montagem suspensa no teto. Para a drenagem e reposição do gás refrigerante, deverão ser dotadas de válvula de serviço com porca flange. O fluxo de ar deve ser em 360°, para melhor distribuição de temperatura no ambiente, com os seguintes modos de operação: ventilação, refrigeração e desumidificação.

**2.3.9** CONDICIONADORES DE AR DE 9.000 BTU/H - SPLIT HI-WALL INVERTER

Descrição: ..... equipamentos de condicionamento de ar tipo *Air-split*;

Tecnologia: ..... Inverter;

Capacidade nominal de refrigeração: ..... 9.000 BTU/h;

Ciclo: ..... Frio;

Tensão de alimentação: ..... 220 V ± 10%;

Número de fases: ..... 01 (monofásico);

Gás refrigerante: ..... R410A ou similar (sem CFC, atóxico e não inflamável);

Eficiência energética: ..... Classificação A;

Filtro: ..... Remoção de odores/eliminação de poeira, alergênicos e vírus;

Forma de acionamento: ..... controle remoto sem fio ou remoto com fio;

Diâmetro mínimo da linha de sucção: ..... 3/8”;

Diâmetro mínimo de linha de expansão: ..... 1/4”;

Distância equivalente entre unidades: ..... Menor ou igual a 25 m;

Desnível entre unidades: ..... Menor ou igual a 10 m;



**2.3.10** CONDICIONADORES DE AR DE 12.000 BTU/H - SPLIT HI-WALL INVERTER

Descrição: ..... equipamentos de condicionamento de ar tipo *Air-split*;  
Tecnologia:..... Inverter;  
Capacidade nominal de refrigeração: ..... 12.000 BTU/h;  
Ciclo: ..... Frio;  
Tensão de alimentação: ..... 220 V ± 10%;  
Número de fases: ..... 01 (monofásico);  
Gás refrigerante: .....R410A ou similar (sem CFC, atóxico e não inflamável);  
Eficiência energética: ..... Classificação A;  
Filtro: .....Remoção de odores/eliminação de poeira, alergênicos e vírus;  
Forma de acionamento:.....controle remoto sem fio ou remoto com fio;  
Diâmetro mínimo da linha de sucção: ..... 1/2”;  
Diâmetro mínimo de linha de expansão: ..... 1/4”;  
Distância equivalente entre unidades: ..... Menor ou igual a 25 m;  
Desnível entre unidades: ..... Menor ou igual a 10 m;

**2.3.11** CONDICIONADORES DE AR DE 30.000 BTU/H - SPLIT HI-WALL INVERTER

Descrição: ..... equipamentos de condicionamento de ar tipo *Air-split*;  
Tecnologia:..... Inverter;  
Capacidade nominal de refrigeração: .....30.000 BTU/h;  
Ciclo: ..... Frio ou Quente/Frio;  
Tensão de alimentação: ..... 220 V ± 10%;  
Número de fases: ..... 01 (monofásico);  
Gás refrigerante: .....R410A ou similar (sem CFC, atóxico e não inflamável);  
Eficiência energética: ..... Classificação A;  
Filtro: .....Remoção de odores/eliminação de poeiras, alergênicos e vírus;



Forma de acionamento:.....controle remoto sem fio ou remoto com fio;

Diâmetro mínimo da linha de sucção: ..... 5/8”;

Diâmetro mínimo de linha de expansão: ..... 1/4”;

Distância equivalente entre unidades: ..... Menor ou igual a 25 m;

Desnível entre unidades: ..... Menor ou igual a 10 m;

**2.3.12** A Contratada deverá realizar os ensaios operacionais, a entrega do serviço e documentação técnica perfeitamente organizada, além do treinamento básico de operação e manutenção dos equipamentos.

**2.3.13** A tubulação da rede frigorígena deverá ser testada com pressão aplicada após todas as conexões terem sido realizadas;

**2.3.14** O ensaio de estanqueidade deverá ser realizado com aplicação de gás N<sub>2</sub>, com pressão máxima de 200 psig. Esta etapa tem a função de verificar a resistência mecânica das soldas, dos tubos, conexões e verificar se o sistema apresenta vazamentos.

**2.3.15** Os resultados deverão ser devidamente registrados e apresentados oficialmente à Fiscalização.

**2.3.16** Nos locais em que a rede frigorígena sofrer serviços, esta deverá ser reparada, sendo revestida de tubo de espuma e isolada com fita vinílica de proteção.

**2.3.17** Não deverão ser deixados trechos sem fita vinílica de proteção sobre a isolação dos tubos.

**2.3.18** Não deverão ser impostos raios de curvatura menores do que 10 cm às tubulações das redes frigorígenas.

**2.3.19** As unidades condensadoras deverão ser locadas conforme projeto, respeitando-se as recomendações dos fabricantes com relação às distâncias entre condensadoras, evitando-se a captação recíproca de calor.

**2.3.20** Os condutores que interligam a unidade condensadora à evaporadora deverão ser isolados e revestidos (dupla isolação), com a mesma seção dos



condutores que interligam o quadro de distribuição de cargas de ar-condicionado às condensadoras.

**2.3.21** As unidades condensadoras deverão ser montadas sobre mancais de borracha, com altura mínima de 2,5 cm, a fim de evitar a passagem de vibrações e ruídos à estrutura e elevar a base dos equipamentos.

**2.3.22** Os mancais de borracha serão colocados sobre uma base impermeabilizada, e fixados por meio de aplicação de borracha de silicone. As bases dos equipamentos deverão ser aparafusadas nos respectivos mancais de borracha.

**2.3.23** Os suportes das unidades evaporadoras deverão ser fixados aos tirantes por meio de anéis emborrachados, a fim de evitar a passagem de vibrações e ruídos à estrutura.

**2.3.24** A rede frigorígena deverá ser totalmente fixada no leito tipo escada e no interior dos shafts por meio de braçadeira de nylon.

## **2.4 REDE FRIGORÍGENA**

**2.4.1** Conforme orientação técnica da ABNT NBR 16.401-1 - Instalações de Ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 1: Projetos das instalações (2008), item 13.1: “As linhas frigoríficas que interligam as unidades internas e externas dos sistemas split e multi-split devem ser executadas e instaladas em estrita obediência às instruções do fabricante, referentes ao dimensionamento das tubulações, comprimentos equivalentes, desníveis máximos, carga de refrigerante e isolamento térmica.”

**2.4.2** As informações contidas no projeto executivo com relação às redes frigorígenas devem ser validadas junto aos manuais de instalação/ recomendações dos fabricantes previamente à instalação.

**2.4.3** Será formada por tubos de cobre para as linhas de expansão e sucção de cada uma das unidades condicionadoras tipo air-split previstas.

**2.4.4** Para a confecção das linhas frigoríficas o contratado deverá seguir as recomendações do fabricante quanto aos desníveis das unidades condensadora e evaporadora, tais como: sifão invertido na linha de sucção na saída da unidade evaporadora e uma leve inclinação da mesma no sentido da unidade condensadora.



**2.4.5** Deverão também ser tomadas as precauções contra a formação de óxidos no interior dos tubos de cobre, utilizando para isto nitrogênio durante os serviços de soldagem das tubulações frigoríficas.

**2.4.6** As passagens das tubulações frigoríficas pelas paredes de alvenaria devem ser protegidas por tubos de PVC, a fim de proteger o isolamento daquelas e, também, evitar o contato do cobre com a massa de cimento/cal, o que poderia provocar a perfuração das paredes dos tubos.

**2.4.7** Material: tubo flexível de cobre;

**2.4.8** Diâmetros utilizados: 1/4", 3/8", 1/2" e 5/8".

**2.4.9** Espessura mínima das paredes: 0,79 mm;

**2.4.10** Processo de interligação de tubos e conexões: solda-brasagem com material de enchimento a base de ligas cobre-fósforo (Foscofer);

**2.4.11** Referências normativas:

**2.4.11.1** NBR 5029 – Tubo de cobre e suas ligas, sem costura para condensadores, evaporadores e trocadores de calor.

**2.4.11.2** NBR 7541 – Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar-condicionado;

**2.4.11.3** NBR 5020 – Tubo de cobre e de ligas de cobre sem costura – requisitos gerais.

**2.4.12** A espessura dos tubos deve ser condizente com as pressões de trabalho do gás refrigerante utilizado pelos condicionadores de ar.

**2.4.13** As tubulações podem ser do tipo maleável para evitar emendas ou em cobre rígido, devem estar livres de sujeiras, corrosões e obrigatoriamente tamponadas com tampões plásticos para evitar a contaminação antes do uso. Os materiais que compõem os tubos, isolantes e fixadores devem ser validados pela fiscalização do contratante para aprovação antes do início dos serviços.

## **2.5 REDE DE DRENAGEM**

**2.5.1** As drenagens das águas de condensação dos condicionadores de ar deverão ser executadas através de redes hidráulicas fabricadas em tubulações



plásticas comerciais (PVC) na bitola mínima de 3/4", respeitando-se as recomendações dos fabricantes.

**2.5.2** A ligação de cada unidade interna à linha de drenagem será executada em tubos e conexões de PVC rígido ou mangueira plástica flexível e transparente (cristal), formando um sifão com fecho hídrico e assegurando o caimento necessário para o adequado escoamento. A inclinação a ser adotada será a indicada no manual de instruções do fabricante e na falta desta informação, adotar um caimento de 10 mm para o lado externo.

**2.5.3** Sua montagem será convencional, utilizando curvas e conexões adequadas, fixadas por colagem (soldagem), quando necessário.

**2.5.4** Os pontos de drenagem estão previamente localizados no projeto hidráulico e ligados com a rede de águas pluviais.

**2.5.5** Toda a linha de drenagem, bem como suas conexões, devem ser isoladas a fim de evitar a condensação de umidade externamente, evitando assim gotejamento sobre o forro e outros problemas relacionados.

## **2.6 ESPUMA ELASTOMÉRICA DE POLIURETANO**

**2.6.1** Aplicação: isolamento térmico da rede frigorígena, com as seguintes características:

Material:..... espuma elastomérica de poliuretano;

Condutividade térmica (l) a 0°C:..... igual ou menor que 0,035 W/(m.K);

Tubos: ..... 2 m;

Diâmetros utilizados: ..... compatível com tubos de cobre;

Espessura da parede: ..... 9 a 19 mm;

Acessórios:... aditivos, adesivos, colas, seguindo as recomendações dos fabricantes;

Proteção mecânica:..... Fita aluminizada e (ou) alumínio corrugado;

**2.6.2** O material aplicado no isolamento deve ser não inflamável, não desenvolver fumaça tóxica, não gotejar quando exposto ao fogo e não utilizar CFC's no seu processo de fabricação.



**2.6.3** As curvas deverão ser feitas no mesmo material da tubulação de mesmo material de raio longo.

**2.6.4** As tubulações deverão ser totalmente fixadas, por braçadeiras tipo "D" ou perfis tipo 38x38 mm perfurados, fixados à laje, com pinos ou na parede com chumbadores.

**2.6.5** Na interface braçadeira/tubo, deverá ser colocado anel de borracha esponjosa para evitar vibrações.

**2.6.6** Todas as tubulações de cobre, linhas de Líquido, Sucção ou Descarga, deverão ser isoladas com a espuma elastomérica de poliuretano em toda a sua extensão.

**2.6.7** A colocação da borracha esponjosa deverá acompanhar a execução da tubulação de cobre.

**2.6.8** Após a execução da rede frigorígena, a mesma deverá ser recoberta com uma proteção mecânica em alumínio corrugado de 0,10 mm de espessura, e presas por fita e fivela de alumínio.

**2.6.9** Deverá ser previsto um trespasse de 3 centímetros e manter as emendas longitudinais da proteção mecânica sempre na parte inferior da tubulação.

## **2.7 ALMOFADA DE BORRACHA ANTIVIBRAÇÃO**

**2.7.1** Aplicação: apoio e sustentação das unidades condensadoras e evaporadoras isolando vibrações da estrutura.

**2.7.2** As unidades condensadoras deverão ser apoiadas sob suportes de borracha aparafusáveis à unidade e fixados ao piso por meio de aplicação de borracha de silicone.

**2.7.3** Aos elementos de fixação das unidades evaporadoras, deverão ser colocados suportes de borracha para que os tirantes de fixação não transfiram as vibrações do equipamento para a estrutura.

## **2.8 GARANTIAS**

**2.8.1** O contratado deverá assegurar a garantia total dos equipamentos, materiais e acessórios instalados, assim como do bom funcionamento do sistema instalado



durante o período mínimo de 12 (doze) meses, a partir da data da emissão do termo de recebimento provisório. Essa garantia implica na substituição ou reparação gratuita de qualquer componente do equipamento defeituoso, inclusa a mão de obra necessária.

## **2.9 DISPOSIÇÕES FINAIS**

**2.9.1** A execução dos serviços obedecerá às normas da ABNT, aplicáveis a cada caso. Serão de inteira responsabilidade do executante verificar as medidas e quantidades dos materiais.

**2.9.2** Para executar os serviços deverá ser obedecida rigorosa observância às especificações do presente memorial. Quaisquer danos decorrentes da execução dos serviços, ou por qualquer outro previsível, serão de total responsabilidade da Contratada que deverá providenciar a retirada dos entulhos, além da limpeza regular do local da obra e os reparos imediatos necessários. Caberá à Contratada fornecer todo o material, ferramentas, maquinaria e equipamento adequado a mais perfeita execução dos serviços.



## 3 MEMORIAL DE CÁLCULO

### 3.3 INTRODUÇÃO

**3.3.1** O presente memorial tem por objetivo descrever o sistema de ar-condicionado de verão do Centro de Formação e Aperfeiçoamento de Praças do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, localizado na cidade de Brasília, Distrito Federal.

**3.3.2** Para a elaboração do projeto em questão, bem como para as etapas de fabricação, instalação dos equipamentos e execução dos ensaios pertinentes, deverão ser adotadas e seguidas as prescrições das normas técnicas a seguir:

ABNT NBR 16401-1/2008: Instalações de ar-condicionado – Sistemas Centrais e unitários Parte 1: Projeto as instalações;

ABNT NBR 16401-2/2008: Instalações de ar-condicionado – Sistemas Centrais e unitários Parte 2: Parâmetros de conforto térmico;

ABNT NBR 16401-3/2008: Instalações de ar-condicionado – Sistemas Centrais e unitários Parte 3: Qualidade do ar interior;

ABNT NBR 5410/2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

ABNT NBR IEC 60529/2017: Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);

ABNT NBR IEC 60085/2017: Isolação elétrica – Avaliação e designação térmicas;

ABNT NBR 10151/2000: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento;

ABNT NBR 10152/2017: Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações;

**3.3.3** Além das normas supracitadas, estas poderão ser complementadas por publicações das seguintes entidades, que são referência no assunto:

ARI - "Air Conditioning and Refrigerating Institute";

ASHRAE - "American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers";

ASME - "American Society of Mechanical Engineers";

NEC - "National Electrical Code";

NFPA - "National Fire Protection Association";

SMACNA - "Sheet Metal and Air Conditioning Contractor National Association";



**3.3.4** Este memorial faz parte integrante do projeto e contém as premissas de cálculo adotadas para o dimensionamento do sistema de condicionamento de ar.

### **3.4 COMPLEMENTOS DESTE MEMORIAL**

**3.4.1** Desenhos: Representação dos detalhes da instalação em planta baixa e localização dos equipamentos, detalhes e encaminhamento das redes frigorígenas;

### **3.5 OBJETIVOS**

**3.5.1** Este documento estabelece os parâmetros de cálculo para o presente projeto, bem como as condições mínimas para instalação, contemplando o fornecimento de materiais e equipamentos, projeto executivo, fabricação, montagem e testes das instalações dos sistemas de climatização.

**3.5.2** A contratada deverá anuir os cálculos apresentados, sendo esta a responsável pelo desempenho dos sistemas e, em caso de divergências, estas deverão ser submetidas à análise do departamento de Engenharia do Contratante. Ainda durante a fase de apresentação de proposta de execução, caso existam itens divergentes, estes deverão ser esclarecidos e documentados com o contratante.

**3.5.3** Os equipamentos e instalações deverão adequar-se, sob todos os aspectos, à finalidade específica a que se destinam. O fornecedor não será eximido de suas responsabilidades sob a alegação de ter atendido às normas técnicas, nos casos em que as exigências de adequação à finalidade não tenham sido cumpridas.

### **3.6 BASES DE CÁLCULO**

**3.6.1** As bases para elaboração dos cálculos dos sistemas de tratamento de ar respeitam os critérios abaixo estabelecidos conforme NBR 16401 para a cidade de Brasília-DF.

**3.6.2** PREMISSAS DE PROJETO:

Localidade: Brasília-DF, altitude aproximada de 1.061m;

Condições externas de verão – TBS = 32,0°C, TBU = 23,5°C;

Condições internas – TBS = 25°C +/- 1°C, Umidade Relativa = 50% +/- 5%;

Ocupação: Conforme informações do projeto arquitetônico, layout e baseado nos valores de ocupação de recinto da norma ABNT 16401;



Iluminação: 25 W/m<sup>2</sup>;

### **3.6.3** CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA

**3.6.3.1** A carga térmica é o somatório dos ganhos térmicos internos e externos de uma sala, em determinado horário. A carga térmica varia ao longo do ano e tem seu pico no dia 22 de dezembro, que é o início da estação verão. Nos demais meses do ano, a carga é menor e, assim, não necessita ser calculada. Ainda, tal propriedade varia ao longo das horas do dia em função da predominância de vidros e sua orientação.

**3.6.3.2** São fontes externas de transmissão de calor:

Insolação em vidros;

Transmissão em vidros;

Transmissão em paredes externas;

Transmissão em lajes e áticos;

Transmissão em superfícies internas;

**3.6.3.3** São fontes internas que influenciam no cálculo da carga térmica:

Pessoas;

Iluminação;

Equipamentos;

**3.6.3.4** Ainda, considera-se para o cálculo da carga térmica o calor que é introduzido pelo ar externo no ambiente.

**3.6.3.5** Este projeto utilizou como metodologia o cálculo em três horários do dia, considerando-se dados do dia 22 de dezembro:

9h – para locais com predominância de vidros na face Leste;

13h – para locais onde a presença de claraboia é alta;

16h – para locais onde há predominância de vidros na face Oeste;

**3.6.3.6** A realização dos cálculos nos três horários permite determinar o chamado *PEAK LOAD*, ou o pico máximo simultâneo de carga térmica em cada horário do dia, somando-se todos os ambientes de mesmo horário de carga máxima.



**3.6.3.7** Os parâmetros necessários para o cálculo da carga térmica foram retirados das tabelas do *Carrier Handbook*, a partir dos quais foi elaborada uma planilha de cálculo para cada ambiente, conforme a divisão do prédio em zonas térmicas.

**3.6.3.8** Seguem algumas definições retiradas do livro “Manual Prático de Ar-condicionado”, do autor José Manuel L. A. Bento, Editora PINI, São Paulo – 2014:

Carga térmica: é o somatório dos ganhos de calor de uma sala em determinado horário devido a fontes internas e externas incidentes neste ambiente;

Cálculo de pico: a carga térmica varia ao longo dos dias do ano, pois os ângulos de inverno e verão são diferentes, e o sol transmite mais ou menos carga térmica, dependendo do mês do ano;

Mês do pico: calcula-se a carga térmica, utilizando as tabelas do dia 22 de dezembro (solstício de verão), que é o dia onde há maior incidência de luz solar. Nos demais dias, a incidência é menor;

Variação ao longo das horas do dia: a carga térmica varia ao longo das horas do dia em função do movimento do sol, que nasce no Leste e se põe no Oeste, passando pela face Norte em seu trajeto.

### **3.6.4** INSOLAÇÃO EM VIDROS EXPOSTOS AO SOL

**3.6.4.1** O ganho de calor em vidros expostos à radiação solar é calculado:

Ganho de calor (kcal/h)	$\text{Área de vidro (m}^2\text{)} \times \text{ganho unitário (kcal/h/m}^2\text{)} \times \text{sf (fator de sombra)}$
-------------------------	---

Área de vidro – somatório das áreas de vidro em cada face do ambiente;

Ganho unitário – são valores fixos, em função da orientação e local;

SF – Shade factor – é um fator adimensional que determina o percentual de ganho que de fato entra no ambiente e depende do tipo de proteção do vidro.

### **3.6.5** TRANSMISSÃO EM VIDROS EXTERNOS

**3.6.5.1** Refere-se ao cálculo do calor que entra, em função da diferença de temperatura entre o exterior e o interior do ambiente, pelos vidros externos.



Ganho de calor (kcal/h)	Área (m <sup>2</sup> ) X ΔT (°C) X fator global (kcal/hm <sup>2</sup> °C)
-------------------------	---

Área de vidro – somatório das áreas de vidro em cada face do ambiente;

ΔT – Diferença de temperatura da sala para o exterior;

Fator Global – Depende do tipo de vidro;

### 3.6.6 TRANSMISSÃO E INSOLAÇÃO EM PAREDES EXTERNAS

**3.6.6.1** Trata-se da parcela de transmissão de calor pelo efeito do sol em paredes externas.

Ganho de calor (kcal/h)	Área (m <sup>2</sup> ) x ΔT (°C) x U (Coef. global de transmissão - kcal/hm <sup>2</sup> °C)
-------------------------	--

Área – Área da parede;

ΔT – Diferença de temperatura da sala para o exterior;

Coeficiente global de transmissão – Depende do tipo de material;

### 3.6.7 TRANSMISSÃO E INSOLAÇÃO EM LAJES EXTERNAS EXPOSTAS AO SOL

**3.6.7.1** A parcela de transmissão de calor por efeito da insolação em lajes é calculada pela expressão:

Ganho de calor (kcal/h)	Área (m <sup>2</sup> ) x ΔT (°C) x U (Coef. global de transmissão - kcal/hm <sup>2</sup> °C)
-------------------------	--

Área – Área da laje exposta ao sol;

ΔT – Diferença equivalente de temperatura devido à ação do sol;

Coeficiente global de transmissão – Depende do tipo de material;

### 3.6.8 TRANSMISSÃO DE CALOR EM ÁTICOS

**3.6.8.1** O ático é o espaço entre o forro falso, ou laje, e o telhado do andar mais alto do prédio. O ganho de calor nessa região provém da transmissão de calor entre o ático e o ambiente. As temperaturas dependem dos materiais do forro e do telhado. A temperatura do ático pode ser calculada pela seguinte fórmula:



$$TA = \frac{(U1 \times 26,4) + (U1 \times 1,1 \times T_{ext}) + (U2 \times T_{sala})}{(U1 \times 1,1) + U2}$$

TA – Temperatura do ático (°C);

U1 – Coeficiente global de transmissão do telhado (kcal/hm<sup>2</sup>°C);

U2 – Coeficiente global de transmissão do forro (kcal/hm<sup>2</sup>°C);

T ext – Temperatura de projeto externa (°C);

T sala – Temperatura de projeto da sala (°C);

**3.6.8.2** O ganho de calor é calculado pela expressão abaixo:

Ganho de calor (kcal/h)	Área (m <sup>2</sup> ) x (TA – Tsala) (°C) x U2 (Coef. global de transmissão forro- kcal/hm <sup>2</sup> °C)
-------------------------	--

### **3.6.9** TRANSMISSÃO DE CALOR EM PAREDES E SUPERFÍCIES INTERNAS

**3.6.9.1** É a parcela de calor devido à diferença de temperatura entre áreas não condicionadas (internas) e a sala a ser calculada a carga térmica.

Ganho de calor (kcal/h)	Área (m <sup>2</sup> ) x ΔT (°C) x U (Coef. global de transmissão - kcal/hm <sup>2</sup> °C)
-------------------------	--

Área – Área da parede/ superfície;

ΔT – Diferença de temperatura da sala para o interior não condicionado;

Coeficiente global de transmissão – Depende do tipo de material;

### **3.6.10** FONTES INTERNAS DE CALOR

**3.6.10.1** Os ambientes possuem diversas fontes internas que também contribuem para o aumento da carga térmica de projeto. A seguir, estão as fontes mais relevantes para o cálculo e que foram consideradas neste memorial:

**Ganho térmico devido às pessoas:** Devido ao metabolismo interno, as pessoas dissipam calor, que depende da temperatura do ambiente e da atividade física que está sendo desenvolvida. Este calor divide-se em duas parcelas: Calor sensível, que é dissipado para manter a temperatura do corpo constante; e Calor latente, o qual é dissipado para permitir a evaporação do suor.



Ganho de calor (kcal/h)	Número de pessoas x Calor dissipado unitário (kcal/h)
-------------------------	---

**Ganho de calor devido à iluminação:** As lâmpadas e reatores dissipam instantaneamente o calor no ambiente, calculado pela seguinte fórmula:

Ganho de calor (kcal/h)	Potência total das lâmpadas instaladas (W) x 0,86 x 1,25
-------------------------	--

0,86 – Fator de transformação de Watts para Kcal/h;

1,25 – Fator que considera a dissipação do reator;

Para o projeto em questão, considerou-se uma taxa de iluminação de 25 W/m<sup>2</sup>.

**Outras fontes de calor:** Para o cálculo em questão, é pertinente considerar o calor dissipado por diversos equipamentos, como computadores, televisões, geladeiras, etc.

### **3.6.11** GANHO DE CALOR DEVIDO AO AR EXTERNO

**3.6.11.1** O ar externo contribui sobremaneira para o aumento da carga térmica, principalmente em locais de altas temperaturas. Desta maneira, deve-se retirar calor sensível - para reduzir a temperatura externa - e calor latente para retirar a umidade do ar externo até a sala.

**3.6.11.2** Primeiramente, é necessário determinar a vazão de ar externo, que será o maior valor dentre os dois possíveis:

- Taxa de m<sup>3</sup>/h por pessoa x número de pessoas;
- Número de trocas de ar do volume da sala;

**3.6.11.3** De acordo com a Portaria 3523 do Ministério da Saúde, que fixa em 27 m<sup>3</sup>/h por pessoa a taxa mínima a ser utilizada em qualquer aplicação, adotaremos este valor.

**3.6.11.4** Para o número de trocas de ar por hora na sala, adotaremos o valor de 1,5, que condiz com o pé direito dos ambientes do projeto.

**3.6.11.5** Feito isso, calcula-se o Calor sensível e o Calor latente para a vazão de ar externo, de acordo com:



Ganho de calor latente (kcal/h)	Vazão de ar externo (m <sup>3</sup> /h) x ΔG (g/kg) x 0,72
Ganho de calor sensível (kcal/h)	Vazão de ar externo (m <sup>3</sup> /h) x ΔT (°C) x 0,30

ΔG – Diferença de umidade absoluta externa e interna;

ΔT – Diferença entre as temperaturas externa e interna;

### 3.7 CARGA TÉRMICA DE PROJETO

**3.7.1** Com base nos parâmetros e metodologia informados nos itens anteriores, chegou-se aos seguintes valores para a carga térmica dos ambientes:

ITEM	AMBIENTE	ÁREA	CARGA TÉRMICA	CAPACIDADE INSTALADA	EQUIPAMENTO	CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA
	TÉRREO	m <sup>2</sup>	BTU/h	BTU/h	TIPO	
1	SALA DE CONVÍVIO	41,35	26.762	30.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A
2	ALOJAMENTO CABOS E SOLDADOS FEMININO	22,21	13.669	12.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A
3	ALOJAMENTO DE SUBTENENTES E SARGENTOS FEMININO	18,95	12.127	12.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A
4	ALOJAMENTO OFICIAIS	12,73	9.054	9.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A
5	ALOJAMENTO SUBTENENTES E SARGENTOS MASCULINO	18,80	14.057	12.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A
6	ALOJAMENTO CABOS E SOLDADOS MASCULINO	21,82	15.667	12.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A
7	SALA DE DESPACHO	5,04	4.790	9.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A
8	SECOM	12,02	11.844	12.000	SPLIT HI-WALL – INVERTER	A

### 3.8 REDE FRIGORÍGENA

**3.8.1** A rede frigorígena deverá ser instalada seguindo estritamente as recomendações do fabricante. Conforme orientação técnica da ABNT NBR 16.401-1 - Instalações de Ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 1: Projetos das instalações (2008), item 13.1: “As linhas frigoríficas que interligam as unidades internas e externas dos sistemas split e multi-split devem ser executadas e instaladas em estrita obediência às instruções do fabricante, referentes ao dimensionamento das tubulações, comprimentos equivalentes, desníveis máximos, carga de refrigerante e isolamento térmica.” Como referência, temos os seguintes valores para as redes do projeto:



CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS  
GDF/CBMDF/DEALF/DIMAT/COMAP

ITEM	AMBIENTE	ÁREA m <sup>2</sup>	CAPACIDADE INSTALADA BTU/h	REDE FRIGORÍGENA		Ø REDE DRENAGEM (mm)
	TÉRREO			Ø SUC.	Ø EXP.	
1	SALA DE CONVÍVIO	41,35	30.000	5/8"	¼"	32,00
2	ALOJAMENTO CABOS E SOLDADOS FEMININO	22,21	12.000	½"	¼"	25,00
3	ALOJAMENTO DE SUBTENENTES E SARGENTOS FEMININO	18,95	12.000	½"	¼"	25,00
4	ALOJAMENTO OFICIAIS	12,73	9.000	3/8"	¼"	25,00
5	ALOJAMENTO SUBTENENTES E SARGENTOS MASCULINO	18,80	12.000	½"	¼"	25,00
6	ALOJAMENTO CABOS E SOLDADOS MASCULINO	21,82	12.000	½"	¼"	25,00
7	SALA DE DESPACHO	5,04	9.000	3/8"	¼"	25,00
8	SECOM	12,02	12.000	½"	¼"	25,00

### 3.9 REDE DE DRENAGEM

**3.9.1** As redes de dreno serão executadas em tubos e conexões de PVC rígido, rosqueável, com diâmetro mínimo de 32mm para a capacidade de 30.000 BTU/h e 25mm para os demais equipamentos instalados. Recomenda-se a execução de um sifão no trecho final da tubulação de drenagem, a fim de se formar um fecho hídrico de modo a impedir o retorno de gases indesejáveis para o ambiente. Os diâmetros supracitados são valores de referência e deverão ser corroborados junto aos manuais de instalação dos equipamentos adquiridos.

MAJOR QOBM/COMPL. **ISA PAULA CORRÊA GUIMARÃES**

MATRÍCULA 1667123

CAU A45948-8

1º TEN QOBM/COMPL. **FELIPE JUBÉ DE OLIVEIRA**

MATRÍCULA 3053233

C  
R  
E  
A

2  
0

.  
9  
4  
4

/