

PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL - PROJETO PADRÃO

PROJETO EXECUTIVO

MEMORIAL DE CÁLCULO

PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO, VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO MECÂNICA

MARÇO / 2022
VERSÃO R01




**MEP Arquitetura e Planejamento
Ltda. – EPP**

CNPJ: 06.164.906/0001-28
Rua Milton Gavetti, 369 – Jd. Universitário
CEP: 86.050-720 – Londrina / PR
Fone: (43) 3328-1020

ASSUNTO:	PROJETO EXECUTIVO MEMORIAL DE CÁLCULO PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO, VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO MECÂNICA	
OBRA:	PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL - PROJETO PADRÃO	
LOCAL:	DIVERSOS	
PROPRIETÁRIO:	SECRETARIA DO ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ - SESA-PR	CNPJ: 76.416.866/0001-40
CONTRATANTE:	SECRETARIA DO ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ - SESA-PR	CNPJ: 76.416.866/0001-40

QUADROS DE ÁREAS:	
ÁREA A CONSTRUIR:	809,11 m²

PROPRIETÁRIO:
SECRETARIA DO ESTADO DA SAÚDE DO
PARANÁ - SESA-PR
CNPJ: 76.416566/0001-40



AUTOR DO PROJETO:
BRUNO KOWALCZUK NOVAIS
ENGENHEIRO MECÂNICO – CREA PR 172.804/D
MEP – ARQUITETURA E PLANEJAMENTO LTDA
CNPJ: 06.164.906/0001-28

ESCALA: INDICADA	DATA: MARÇO / 2022
---------------------------------------	---

TEXTO:
MEP ARQUITETURA E PLANEJAMENTO
VERSÃO R01

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 Localização	5
2 ENQUADRAMENTO NORMATIVO	6
3 carga térmica	7
3.1 BASE DE CÁLCULO	7
3.1.1 CONDIÇÕES EXTERNAS ADOTADAS	7
3.1.2 CONDIÇÕES INTERNAS DOS AMBIENTES	7
4 METODOLOGIA DE CÁLCULO - RTSM	8
4.1 VISÃO GERAL	8
4.2 CÁLCULO DO GANHO DE CALOR CONVECTIVO ATRAVÉS DE SUPERFÍCIES OPACAS	9
4.3 CÁLCULO DO GANHO DE CALOR ATRAVÉS DE VIDROS E SUPERFÍCIES TRANSPARENTES OU TRANSLÚCIDAS	9
4.4 CÁLCULO DO GANHO DE CALOR ATRAVÉS DE FONTES INTERNAS	10
4.5 DIVISÃO DOS GANHOS EM PORÇÕES CONVECTIVAS E RADIANTES	11
4.6 CONVERSÃO EM CARGA TÉRMICA	12
5. CONSIDERAÇÕES DE ILUMINAÇÃO	13
6. PESSOAS	14
7. EQUIPAMENTOS	15
8. TAXA DE RENOVAÇÃO POR AR EXTERNO	16
9. EXAUSTÃO MECÂNICA	17
10. PREMISSAS DE CÁLCULO	18
11. rESUMO DE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA	20
12. Cálculo do diferencial de pressão dos ambientes	21

13. dimensionamento da tubulação frigorígena	23
14. caixa de ventilação	25
15. fancoil - hospitalar	26
.....	26
16. Uta - unidade de tratamento de ar	29
17. anexo	32

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo dos coeficientes construtivos adotados	18
Tabela 2 – Resumo de Cálculo de Carga Térmica	20
Tabela 3 – Condições Internas – Setor Pronto Atendimento	32
Tabela 4 – Condições Internas – Setor Internação	32
Tabela 5 – Condições Internas – Central de Material Esterilizado	32
Tabela 6 – Condições Internas – Diagnóstico e Terapia	33
Tabela 7 – Condições Internas – Apoio Técnico / Apoio Logístico	34
Tabela 8 – Condições Internas – Ambientes Diversos	34

ACRÔNIMOS E ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	<i>American National Standard Institute</i>
ARI	<i>Air Conditioning and Refrigeration Institute</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
CME	Central de Materiais Esterilizados
DIN	<i>Deutsche Industrie Normen</i>
HVAC	Heating Ventilating and Air Conditioning
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira
PDF	Portable Document Format
SMACNA	<i>Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association.</i>
VRF	<i>Variable Refrigerant Flow</i>
UTA	Unidade de Tratamento de Ar

1 INTRODUÇÃO

O presente Memorial de Cálculo da edificação tem como objetivo apresentar os requisitos e dados utilizados para dimensionamento do projeto executivo das instalações de Climatização, Ventilação e Exaustão Mecânica para o Pronto Atendimento Municipal – PAM - PROJETO PADRÃO, localizado em diversos municípios.

Por decisão da SESA, estão sendo considerados em projeto apenas os seguintes ambientes climatizados: Emergência, Isolamento, CME, Farmácia e Raio-X. Os demais ambientes ficarão com seus equipamentos e infraestrutura a cargo do Município, que deverá atender as normativas em vigor.

1.1 Localização

O complexo do Pronto Atendimento Municipal – PAM - PROJETO PADRÃO está localizado em diversos municípios.

2 ENQUADRAMENTO NORMATIVO

A execução do presente projeto tomou como base dados fornecidos e definidos pelos contratantes e seguiu os preceitos ditados pelas normas destacadas a seguir e suas correlações apontadas através destas.

Na implementação dos sistemas as mesmas normas e diretrizes devem ser seguidas e devidamente comprovadas pelos contratados/executores, devendo ser fiscalizada pela contratante de forma geral e sistêmica, para garantir que o projeto e suas concepções sejam efetivamente executados na íntegra, oferecendo um resultado adequado e desejado de rendimento, consumo, funcionamento, segurança e conforto.

ABNT - NBR 16101:2012 - Filtros para Partículas em Suspensão no Ar – Determinação de Eficiência para Filtros Grossos, Médios e Finos;

ABNT - NBR 16401-1:2008 - Instalações de Ar Condicionado – sistemas centrais e unitários, parte 1 – projeto das instalações;

ABNT - NBR 16401-2:2008 - Parâmetros de Conforto Térmico;

ABNT - NBR 16401-3:2008 - Qualidade do Ar Interior;

ABNT – NBR 7256:2021 – Tratamento de ar em estabelecimentos de saúde (EAS), requisitos de projeto e execução de instalações;

ABNT - NBR ISO 14644 - Partes 1-3 – Salas Limpas e Ambientes Controlados Associados;

ABNT- NBR 1021 - Medições de Temperaturas em Condicionamento de ar;

ABNT – NBR 13971 - Sistemas de refrigeração – Manutenção Programada;

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária - RDC 15/12, RDC 50/02, RDC 6/13;

ANVISA - Portaria nº. 3 532 - Ministério da Saúde de 28.08.1998;

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

SMACNA - Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association;

ARI - Air Conditioning and Refrigeration Institute;

ANSI - American National Standard Institute;

ASME - American Society of Mechanical Engineers;

DIN - Deutsche Industrie Normen;

RENABRAVA I - Recomendação normativa ABRAVA para execução de serviços de limpeza e higienização de sistemas de distribuição de ar.

3 CARGA TÉRMICA

Os projetos e a memória de cálculo foram desenvolvidos considerando os parâmetros de projeto apresentados neste capítulo.

3.1 BASE DE CÁLCULO

3.1.1 CONDIÇÕES EXTERNAS ADOTADAS

O empreendimento estará localizado em diversos estados do Paraná. Por se tratar de um projeto crítico será adotada a frequência anual de 0,4%

CONDIÇÕES EXTERNAS	RESFRIAMENTO E DESUMIDIFICAÇÃO
Temperatura de bulbo seco [°C]	33,9
Temperatura de Bulbo Úmido [%]	35,05

3.1.2 CONDIÇÕES INTERNAS DOS AMBIENTES

Para as condições dos ambientes internos foram seguidas as diretrizes apresentadas da ABNT NBR 7256:2021. O Anexo A apresenta as condicionantes para cada ambiente extraídas da NBR 7256:2021, sendo assim, estarão sendo apresentados:

- Tipo de Ambiente (All, AA, AO, PE);
- Nível de Risco;
- Situação a Controlar (AgB; AgQ, AgR; TE; EQ);
- Nível de Pressão;
- Vazão Mínima de Ar Exterior;
- Vazão Mínima de Ar Insuflado;
- Exaustão Total do Ar Ambiente;
- Classe de Filtragem do Ar Insuflado;
- Temperatura (°C);
- Umidade Relativa (%).

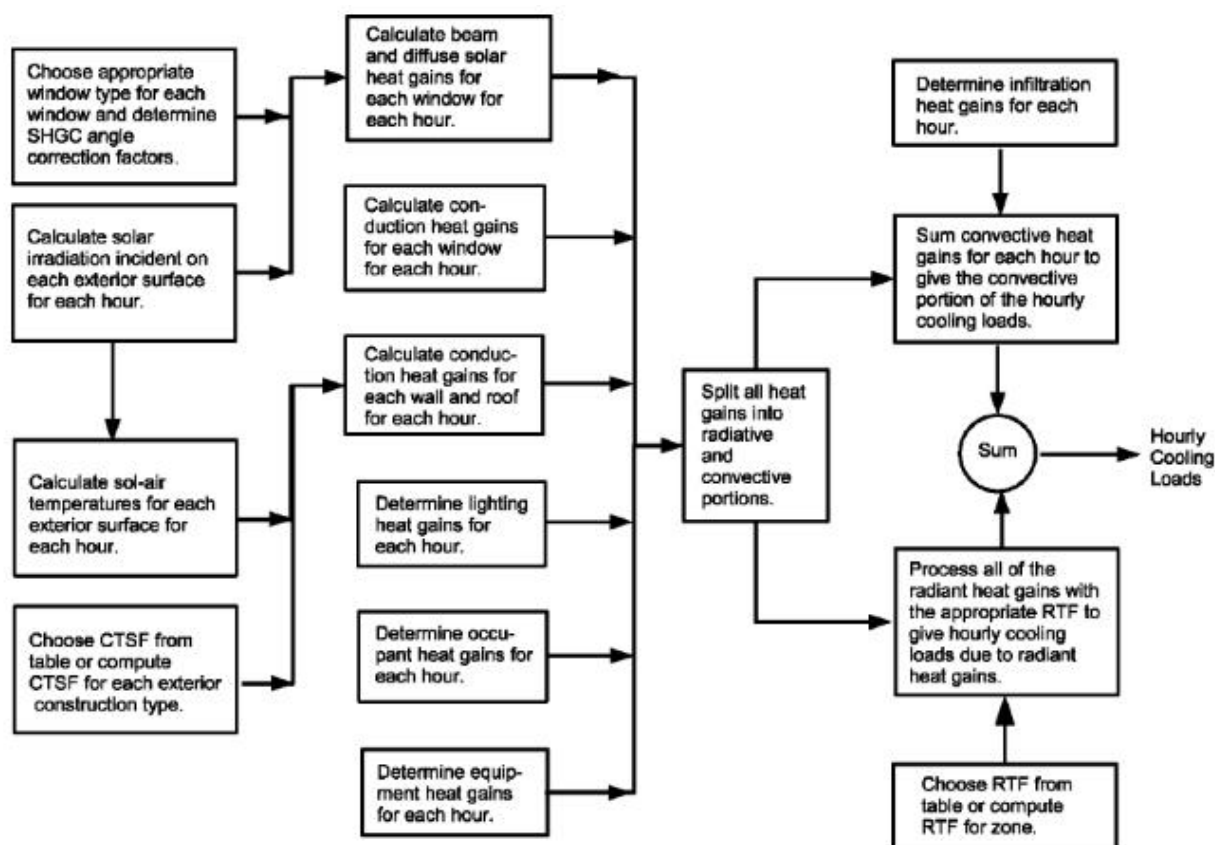
4 METODOLOGIA DE CÁLCULO - RTSM

O cálculo da carga máxima simultânea foi feito através da metodologia RTSM (Radiant Time Series Method) tendo como principais referências para cálculo as bibliografias Jeffrey D. Spitler - Load Calculation Applications Manual e ASHRAE Fundamentals

4.1 VISÃO GERAL

A carga térmica horária será calculada de acordo com o método RTS-Radiant Time Series, proposto pela ASHRAE Fundamentals (2013), e implementada em linguagem FORTRAN, a partir da Metodologia proposta por SPITLER (2009). O algoritmo básico está demonstrado no fluxograma a seguir, adaptado de SPITLER (2009):

Figura 1 - Visão geral da metodologia de cálculo de carga térmica RTSM



Fonte: Ashrae Fundamentals 2013, Capítulo 18, Figura 8

4.2 CÁLCULO DO GANHO DE CALOR CONVECTIVO ATRAVÉS DE SUPERFÍCIES OPACAS

O ganho de calor condutivo é calculado para cada tipo de parede e cobertura com a utilização da conduction time series (CTS). Os 24 coeficientes do CTS são respostas periódicas aos fatores definidos como conduction time series factors (CTSFS). Para qualquer hora o ganho de calor condutivo é dado por:

$$q_{\theta} = \sum_{j=0}^{23} c_j * U * A * (t_{e,\theta-j\delta} - t_{r,c})$$

Onde,

q_{θ} = ganho de calor condutivo horário para a superfície [W]

U = coeficiente global de transferência de calor [$W/(m^2.K)$]

A = área da superfície [$W/(m^2.K)$]

c_j = j^{th} conduction time series factor [adimensional]

$t_{e,\theta-j\delta}$ = sol – air temperatura a j horas atrás [$^{\circ}C$]

$t_{r,c}$ = temperatura ambiente assumida constante [$^{\circ}C$]

θ = hora considerada

δ = time step (uma hora)

Os fatores da série temporal condutiva (CTSFS) podem ser obtidos de diversas maneiras. Podem ser adotados valores tabelados para paredes mais usuais, ou calculados a partir das propriedades térmicas dos materiais constituintes das paredes

4.3 CÁLCULO DO GANHO DE CALOR ATRAVÉS DE VIDROS E SUPERFÍCIES TRANSPARENTES OU TRANSLÚCIDAS

Fenestrações (janelas e claraboias) proporcionam ganhos de calor através dos processos de transmissão solar, absorção solar e condução.

Vez que na prática é muito difícil encontrar as propriedades térmicas exatas dos vidros que serão utilizados na obra, pelo método de Bernaby, foram consideradas algumas aproximações para auxiliar em uma seleção (Tabela 7.9). Serão selecionados vidros com quantidade de camadas similares, os valores de SHGC e transmissão visual mais próximos e a descrição mais aproximada.

O ganho de calor por condução é calculado separadamente dos ganhos por radiação transmitida e absorvida. Devido a pequena massa do vidro, a condução ocorre praticamente em regime estacionário. De acordo com cada hora a condução é calculada por:

$$q_{\theta} = U * A * (t_{o,\theta} - t_{r,c})$$

Onde:

q_{θ} = ganho de calor condutivo através da janela [W]

U = coeficiente global de transferência de calor do vidro, fornecido pelo fabricante $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$

A = área da esquadria incluindo a moldura [m²]

$t_{o,\theta}$ = temperatura do ar externo [°C]

$t_{r,c}$ = temperatura do ambiente assumida como constante

θ = hora considerada

4.4 CÁLCULO DO GANHO DE CALOR ATRAVÉS DE FONTES INTERNAS

As fontes internas são os ocupantes, equipamentos e luminárias. Os ocupantes e alguns equipamentos contribuem com calor sensível e latente. O calor sensível e latente dissipado pelos ocupantes é tabelado em função da atividade metabólica (SPITLER, 2009).

A taxa instantânea de dissipação de calor devido às luminárias é calculada por (SPITLER, 2009):

$$\dot{q}_{lum} = \dot{W}_{lum} \cdot F_{ul} \cdot F_{sa} \cdot S_f$$

Onde:

\dot{q}_{lum} → Fluxo de calor oriundo das Luminárias do recinto [W];

\dot{W}_{lum} → Potência total das Luminárias do recinto [W];

F_{lum} → Fator de Diversificação de uso das Luminárias do recinto; percentual daquelas efetivamente em uso;

F_{sa} → Fator de Aplicação Especial; taxa entre o consumo total da luminária, envolvendo reatores e lâmpadas, e o consumo apenas das lâmpadas;

S_f → Fração da energia dissipada pelas luminárias que é direcionada para o ambiente climatizado; quando da instalação embutida no entreforro, parte da energia é direcionada para aquele;

A totalização horária da dissipação de calor devido aos equipamentos Laboratoriais é calculada por (SPITLER, 2009):

$$q_{equip}(t) = \sum_{i=1}^n \dot{W}_{equip,n} \cdot F_{ul,n}(t)$$

Onde:

$\dot{W}_{equip,n}$ → Potência unitária dissipada pelo e-nésimo equipamento;

$F_{ul,n}(t)$ → Fator de Diversificação de uso do e-nésimo equipamento em função do tempo; igual a 1 se o equipamento estiver em uso na hora considerada; igual a 0 no caso contrário;

4.5 DIVISÃO DOS GANHOS EM PORÇÕES CONVECTIVAS E RADIANTES

A carga térmica instantânea do ar é definida como a taxa em que o calor é transferido por convecção para o ar interno ambiente. A estimativa desta taxa é dificultada pelas trocas radiantes entre superfícies, ocupantes, mobiliário e equipamentos. Estes processos induzem a uma dependência temporal que não é facilmente quantificável (SPITLER, 2009). O método RTS utiliza então uma metodologia de divisão das parcelas radiantes e convectivas, visando uma estimativa simplificada da carga térmica instantânea.

As seguintes frações serão adotadas (SPITLER, 2009):

Fonte Interna de Calor	Fração Radiante	Fração Convectiva
Ocupantes	0,6	0,4
Iluminação	0,67	0,33
Equipamentos sem dissipação convectiva	0,3	0,7
Equipamentos com dissipação convectiva	0,1	0,9

4.6 CONVERSÃO EM CARGA TÉRMICA

A carga térmica instantânea do ar é definida como a taxa em que o calor é transferido por convecção para o ar interno ambiente. A estimativa desta taxa é dificultada pelas trocas radiantes entre superfícies, ocupantes, mobiliário e equipamentos. Estes processos induzem a uma dependência temporal que não é facilmente quantificável (SPITLER, 2009). O método RTS utiliza então uma metodologia de divisão das parcelas radiantes e convectivas, visando uma estimativa simplificada da carga térmica instantânea.

5. CONSIDERAÇÕES DE ILUMINAÇÃO

Considerado sistema com lâmpadas frias, conforme definido em projeto elétrico, e seguindo as especificações da norma NBR16401-1, tabela C.2, especificação para área de atendimento médico/clínico/hospitalar, de acordo com cada ambiente especificamente.

6. PESSOAS

Considerado taxas típicas de dissipação de calor de acordo com nível de atividade, seguindo as especificações da norma NBR16401-1, tabela C.1.

7. EQUIPAMENTOS

Considerado taxas típicas de dissipação de calor de acordo com equipamentos instalados em cada ambiente, seguindo as especificações da norma NBR16401-1, tabela C.3 a C.10 e também sob consulta de catálogos de fornecedores de referência.

8. TAXA DE RENOVAÇÃO POR AR EXTERNO

- Ambientes de conforto: conforme Portaria nº 3523 da ANVISA, Resolução Re-09 da ANVISA e conforme ABNT NBR 16401, adotando o caso crítico entre estes;
- Ambientes classificados: conforme ABNT NBR 7256;

9. EXAUSTÃO MECÂNICA

- Conforme ABNT NBR 16.401-3, NBR 7256, Resolução RE-09 e Portaria 3.523, utilizando a situação mais crítica.
- 20 trocas de ar por hora para banheiros;
- 5 trocas de ar por hora para vestiários e DML;
- 20 trocas de ar por hora na cozinha.

10. PREMISSAS DE CÁLCULO

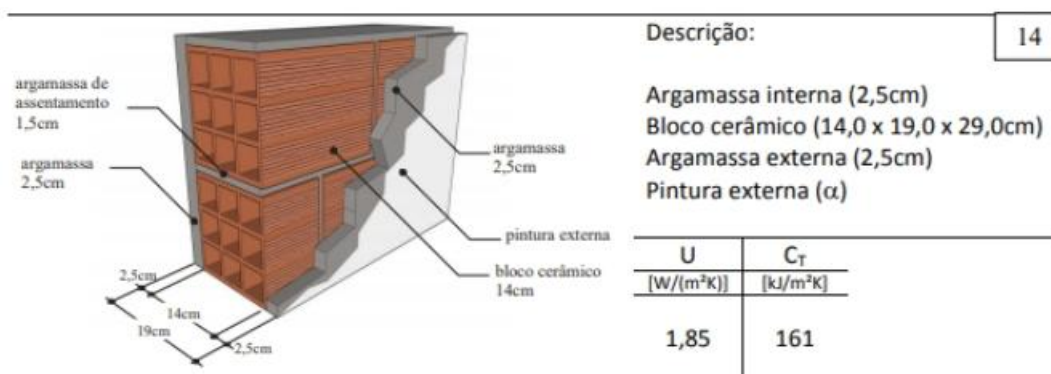
Fatores essenciais para realização carga de térmica, são os coeficientes de transmissão ($U=W/m^2.C$). Todos os materiais do presente projeto são levados em consideração, como podemos observar na tabela a seguir:

Tabela 1 – Resumo dos coeficientes construtivos adotados

COEFICIENTES TRANSMISSÃO ($U=W/m^2.C$)	
Parede externa	1,85
Parede interna	2,46
Teto/telhado	1,82
Piso	2,95
Vidros	5,5

Os dados dos coeficientes são baseados pelo Inmetro.

Figura 2 – Coeficientes Parede Externa



Fonte: Inmetro, 2021

Figura 3 – Coeficientes Parede Interna

	Descrição: 9				
Argamassa interna (2,5cm) Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U [W/(m²K)]</th><th>C_T [kJ/m²K]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,46</td><td>150</td></tr> </tbody> </table>	U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	2,46	150
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]				
2,46	150				

Fonte: Inmetro, 2021

Figura 4 – Coeficientes Teto/Telhado

	Descrição: 17				
Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha metálica 0,6cm	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U [W/(m²K)]</th><th>C_T [kJ/m²K]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,82</td><td>169</td></tr> </tbody> </table>	U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	1,82	169
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]				
1,82	169				

Fonte: Inmetro, 2021

Figura 5 – Coeficientes Piso

	Descrição: 2				
Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm) Sem telhamento	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U [W/(m²K)]</th><th>C_T [kJ/m²K]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,95</td><td>167</td></tr> </tbody> </table>	U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	2,95	167
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]				
2,95	167				

Fonte: Inmetro, 2021

- Vidro simples com brise: $U=W/m^2.C = 5,5$.

11. RESUMO DE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

O resumo de cálculo de carga térmica segue nas tabelas abaixo:

Tabela 2 – Resumo de Cálculo de Carga Térmica

AMBIENTE	Área (m²)	qs (BTU/h)	ql (BTU/h)	qt (BTU/h)
DILUIÇÃO GERMICIDA	5,76	3861	1577	5437
ASSEP. EMBALAGEM	4,36	2922	1194	4116
VEST. BARREIRA (FARMÁCIA)	4,12	1774	797	2571
FRAC. MEDICAMENTOS	5,4	3774	1696	5470
CAF	8,36	11129	3710	14839
LAVAGEM MATERIAL	5,76	3116	1400	4516
VEST. BARREIRA (CME)	2,7	1162	547	1709
ESTERILIZAÇÃO FÍSICA	9,98	9192	3064	12255
DESINFEC. QUÍMICA	5,46	4105	1677	5782
GUARDA MATERIAL EST.	10,08	5995	2331	8326
SALA DE EMERGÊNCIA	16,86	10549	4102	14651
ISOLAMENTO	10,08	13222	10818	24041
ANTECÂMARA (ISOLAMENTO)	4,66	6113	5001	11114
SALA DE GESSO E FRAT. SUTURAS E CURAT.	15,4	8006	3113	11119
CENTRAL DE REVELAÇÃO	3,76	1287	526	1812
SALA DE RAO-X	18,94	12288	3072	15360

12. CÁLCULO DO DIFERENCIAL DE PRESSÃO DOS AMBIENTES

Os cálculos de vazões e coeficientes de perdas de ar por frestas e aberturas foi realizado seguindo as determinações normativas da ASHRAE, levando-se em consideração os diferenciais de pressão adotados entre os ambientes controlados e os adjacentes (pressão diferencial), as vazões por frestas de portas, a densidade do ar em função das temperaturas de trabalho nos ambientes, a área máxima de abertura admissível de frestas de portas, e o coeficiente de perda de carga nas frestas. Com estas variáveis, e adotando-se a padronização das dimensões de portas do projeto arquitetônico, com a utilização da fórmula da ASHRAE abaixo, podemos definir as perdas de ar esperadas pelas frestas e as reposições de ar para manutenção das condições adotadas no presente projeto e definidas pelas normas especificadas para cada ambiente.

Fórmula da ASHRAE utilizada:

$$A = C * Q * ((SQ)(P/2 * V_{pr})) / (Cof * V_{pr}) \text{Onde:}$$

A – área de escape de ar (frestas);

C – Conversor de Unidades

Adimensionais;

Q – Vazão de ar de escape
pelas frestas;

P – Densidade do ar à temperatura de trabalho;

V_{pr} – Diferencial de pressão entre área condicionada e área imediatamente adjacente; Cof – Coeficiente de rugosidade estimado da área de frestas.

Desta forma, levando-se em consideração que as “**ÁREAS CLASSIFICADAS**”, por definição de arquitetura, terão janelas efetivamente fechadas, as frestas pertinentes serão consideradas apenas das portas de acesso e interligação dos ambientes controlados (classificados) com os adjacentes.

Pelos cálculos obtivemos as seguintes condições de perdas de vazão de ar em função dos diferenciais de pressão:

Para portas de 0,7 mts, com diferencial de pressão entre os ambientes de 10 PA (1 mmca), teremos uma vazão média de perda por frestas calculado de 94 m³/h.

Para portas de 1,0 mts, com diferencial de pressão entre os ambientes de 10 PA (1 mmca), teremos uma vazão média de perda por frestas calculado de 136 m³/h.

Para portas de 1,1 mts, com diferencial de pressão entre os ambientes de 10 PA (1 mmca), teremos uma vazão média de perda por frestas calculado de 148 m³/h.

Para portas de 0,7 mts, com diferencial de pressão entre os ambientes de 20 PA (2 mmca), teremos uma vazão média de perda por frestas calculado de 133 m³/h.

Para portas de 1,0 mts, com diferencial de pressão entre os ambientes de 20 PA (2 mmca), teremos uma vazão média de perda por frestas calculado de 190 m³/h.

Para portas de 1,1 mts, com diferencial de pressão entre os ambientes de 20 PA (2 mmca), teremos uma vazão média de perda por frestas calculado de 209 m³/h.

Para outros ambientes que tenham dimensões de portas diferentes das acima listadas, os diferenciais de pressão dos acima listados, os cálculos foram executados individualmente, caso a caso, e os valores aplicados nas definições das vazões e diferenciais de pressão a serem mantidos.

13. DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO FRIGORÍGENA

O dimensionamento da tubulação frigorígena e cálculo de carga adicional de fluido refrigerante foi realizado através do software Daikin VRV Express dimensionamento de DUTOS

Para efeito de aplicações da perda de carga distribuída, obtém-se a seguinte expressão:

$$J = \left(f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2} \right) \cdot \rho$$

Onde, J é a perda de carga unitária, expressa em (Pa/m) ou (mmCa/m), o valor de J, também pode ser encontrado em ábacos específicos como o apresentado no Anexo 4 (Macintyre, 1990).

Os dutos foram dimensionados pelo método de igual perda de carga, prescrito em ASHRAE Fundamentals e na ABNT NBR 16401.

Neste método a perda de carga unitária (J) é definida no início do dimensionamento, ou seja, sabe-se quanto vai ser a perda de pressão a passagem do fluido pela seção reta de dutos. Posteriormente, soma-se as perdas de carga em acessórios e se determina a pressão total do sistema.

Este método se baseia na circulação de ar e perdas em dutos redondos. Para dutos retangulares, será necessária a conversão da bitola do duto redondo em duto retangular (equivalente) com a mesma quantidade de ar circulante e as mesmas perdas. Com estas considerações, nos dutos retangulares tem-se uma menor velocidade de ar para mesma vazão e as mesmas perdas (Creder, 2004).

O método de iguais perdas de carga produz melhores resultados que o método da velocidade, uma vez que grande parte da perda de carga no primeiro método é dissipada nos dutos e nas conexões, ao contrário do segundo onde uma parcela significativa da perda de carga é dissipada nos registros para balanceamento do sistema. Assim o método de iguais perdas de carga resulta em um sistema de dimensões reduzidas e, portanto, de menor custo (Stoecker et. al., 1985).

Para as perdas de ar localizadas partir da revisão de 2009, do livro ASHRAE fundamental, pode ser encontrado uma lista de tabelas para a perda de carga em acessórios, tanto circulares quanto retangulares. Os acessórios são numerados (codificados), dispostos também no software Duct Fitting Database do qual foram coletados os dados.

As perdas de cargas em filtros e acessórios foram obtidas através de catálogos de fornecedores de referência.

Abaixo segue o resumo das perdas de carga de cada sistema:

14. CAIXA DE VENTILAÇÃO

VI-01

PRESSÃO ESTÁTICA VI-01		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Filtro G4 (mmCA)	1	15
Filtro F8 (mmCA)	1	18
Trecho linear (mmCA)	18	1,8
Curva Raio (mmCA)	1	1,2
Tê Passagem Reta (mmCA)	1	0,2
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		45,2
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		50
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		50

15. FANCOIL - HOSPITALAR

FC-01

PRESSÃO ESTÁTICA FC-01		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	5	0,5
Curva Raio (mmCA)	1	1,2
Tê Passagem Reta (mmCA)	1	0,2
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		10,9
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		12
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		15

FC-02

PRESSÃO ESTÁTICA FC-02		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	6,5	0,65
Curva Raio (mmCA)	2	2,4
Tê Passagem Reta (mmCA)	1	0,2
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		12,25
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		13
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		15

FC-03

PRESSÃO ESTÁTICA FC-03		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	4,8	0,48
Curva Raio (mmCA)		0
Tê Passagem Reta (mmCA)	1	0,2
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		9,68
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		11
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		15

FC-04

PRESSÃO ESTÁTICA FC-04		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	12	1,2
Curva Raio (mmCA)	1	1,2
Tê Passagem Reta (mmCA)	3	0,6
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		12
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		13
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		15

FC-05

PRESSÃO ESTÁTICA FC-05		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	12	1,2
Curva Raio (mmCA)	1	1,2
Tê Passagem Reta (mmCA)	3	0,6
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		12
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		13
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		15

16. UTA - UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR

UTA-01

PRESSÃO ESTÁTICA UTA-01		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	7,5	0,75
Curva Raio (mmCA)	4	4,8
Tê Passagem Reta (mmCA)	1	0,2
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		14,75
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		16
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		20

UTA-02

PRESSÃO ESTÁTICA UTA-02		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	13,5	1,35
Curva Raio (mmCA)	3	3,6
Tê Passagem Reta (mmCA)	2	0,4
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		14,35
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		16
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		20

UTA-03

PRESSÃO ESTÁTICA UTA-03		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	12	1,5
Curva Raio (mmCA)	3	3,6
Tê Passagem Reta (mmCA)		0
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		14,1
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		16
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		20

UTA-04

PRESSÃO ESTÁTICA UTA-04		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	12	1,5
Curva Raio (mmCA)	3	3,6
Tê Passagem Reta (mmCA)		0
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		14,1
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		16
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		20

UTA-05

PRESSÃO ESTÁTICA UTA-05		
PERDAS	Quantidade	Perda total
Veneziana (mmCA)	1	5
Trecho linear (mmCA)	33	3,3
Curva Raio (mmCA)	5	6
Tê Passagem Reta (mmCA)	1	0,2
Dampers DCV (mmCA)	1	2,5
Grelha (mmCA)	1	1,5
Pressão Estática Disponível (mmCA)		18,5
Fator de Segurança		10%
Pressão Estática com Fator de Segurança (mmCA)		20
Pressão Estática Selecionada (mmCA)		20

17. ANEXO

Tabela 3 – Condições Internas – Setor Pronto Atendimento

A1 - Pronto Atendimento										
Ambientes	Tipo de Ambiente (All, AA, AO, PE)	Nível de Risco	Situação a Controlar (AgB; AgQ, AgR; TE; EQ)	Nível de pressão	Vazão mínima de ar exterior (Renovações por hora)	Vazão mínima de ar Insuflado (Número de Movimentações por hora)	Exaustão Total do Ar Ambiente	Classe de Filtragem do Ar Insuflado	Temp. (°C)	Umidade Relativa (%)
Recepção de emergência / Sala de Espera	AO	2	AgB	Negativa	12	12	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de Triagem Médica e/ou de Enfermagem	AO	2	AgB	Negativa	12	12	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala para Atendimento de Emergências	AO	2	AgB	Positiva	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de Observação e Diagnóstico de Risco de Infecção com antecâmara	All	2	AgB	Negativa	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de Inalação	AO	2	AgB+AgQ	Negativa	10	10	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de Procedimentos Invasivos	PE	2	AgB+AgQ	Positiva	3	15	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de Atendimento de Emergência (Sala Vermelha)	PE	2	AgB	Positiva	5	25	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de Higienização / Descontaminação	AO	2	AgB+AgQ	Negativa	12	12	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60

Tabela 4 – Condições Internas – Setor Internação

A2 - Internação										
Ambientes	Tipo de Ambiente (All, AA, AO, PE)	Nível de Risco	Situação a Controlar (AgB; AgQ, AgR; TE; EQ)	Nível de pressão	Vazão mínima de ar exterior (Renovações por hora)	Vazão mínima de ar Insuflado (Número de Movimentações por hora)	Exaustão Total do Ar Ambiente	Classe de Filtragem do Ar Insuflado	Temp. (°C)	Umidade Relativa (%)
Recepção Geral	AA	1	AgB	Positiva	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Corredor de Acesso aos Quartos PE como Antecâmara	AO	3	AgB	Positiva	2	12	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Quarto (PE) com antecâmara para pacientes imunocomprometidos de alto risco/ Isolamento para pacientes transplantados (allogênicos e autólogos/TMO)	PE	3	AgB	Positiva	2	12	Não	G4+F8+ISO 35H	20-24	Máx. 60
pacientes imunocomprometidos de alto risco/ Isolamento para pacientes transplantados (autólogos)	PE	2	AgB	Positiva	2	12	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Quarto All sem recirculação, com Antecâmara	All	3	AgB	Negativa	12	12	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Quarto All com recirculação, com Antecâmara	All	3	AgB	Negativa	2	12	Não	G4+F8+ISO 35H	20-24	Máx. 60
Unidade de tratamento intensivo (Não limitada a UCO, UTI e UTI Neonatal)	PE	2	AgB/TE	Positiva	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Unidades de tratamento intensivo All, com antecâmara	All	3	AgB/TE	Negativa	6	6	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Enfermaria neonatal/Lactente de cuidados intermediários	PE	2	AgB/TE	Positiva	2	6	Não	G4+F8	22-26	Máx. 60
Internação - Quarto individual	AO	2	AgB	Positiva	2	6	Não	M5	22-26	Máx. 60
Enfermaria/área coletiva de tratamento	AO	2	AgB	Positiva	2	6	Não	G4+F8	22-26	Máx. 60
Sala de fisioterapia	AO	2	AgB	Negativa	2	6	Não	G4+F8	22-27	Máx. 60

Tabela 5 – Condições Internas – Central de Material Esterilizado

A4 - Central de Material Esterilizado										
Ambientes	Tipo de Ambiente (All, AA, AO, PE)	Nível de Risco	Situação a Controlar (AgB; AgQ, AgR; TE; EQ)	Nível de pressão	Vazão mínima de ar exterior (Renovações por hora)	Vazão mínima de ar Insuflado (Número de Movimentações por hora)	Exaustão Total do Ar Ambiente	Classe de Filtragem do Ar Insuflado	Temp. (°C)	Umidade Relativa (%)
Área para recepção, área de lavagem e separação de materiais	AO	3	AgB/AgQ	Negativa	2	6	Sim	G4+F8	20-24	N/R
Área de desinfecção química líquida	AO	2	AgB/AgQ	Negativa	2	10	Sim	G4+F8	18-22	N/R
Área(s) para preparo de materiais e roupa limpa para esterilização física	AO	1	AgB	Positiva	2	12	Não	G4+F8	20-24	N/R
Sala de esterilização química gasosa e sala de aeração para ETO	AO	3	AgB/AgQ	Negativa	25	25	Sim	G4+F8	20-24	N/R
Sala de armazenagem e distribuição de materiais e roupas esterilizados	PE	2	AgB	Positiva	2	12	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60

Tabela 6 – Condições Internas – Diagnóstico e Terapia

A5 - Diagnóstico e Terapia										
Ambientes	Tipo de Ambiente (All, AA, AO, PE)	Nível de Risco	Situação a Controlar (AgB; AgQ, AgR; TE; EQ)	Nível de pressão	Vazão mínima de ar exterior (Renovações por hora)	Vazão mínima de ar Insuflado (Número de Movimentações por hora)	Exaustão Total do Ar Ambiente	Classe de Filtragem do Ar Insuflado	Temp. (°C)	Umidade Relativa (%)
Hemodinâmica										
Sala de exame e procedimento hemodinâmico	PE	3	AgB/AgQ/EQ/AgR	Positiva	4	20	Não	G4+F8+ISO 35H	20-24	Máx 60
Área de indução e recuperação pós-anestésica	AO	1	AgB/AgQ/AgR	Positiva	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx 60
Endoscopia										
Área para limpeza e desinfecção de endoscópios	AO	2	AgB/AgQ	Negativa	2	10	Sim	G4+F8	20-24	Máx 60
Salas de exame para endoscopia digestiva e colonoscopia/ Sala de Enema	AO	2	AgB/AgQ	Negativa	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx 60
Sala de exame de broncoscopia, coleta de escarro e área de administração de pentamida	AO	2	AgB	Negativa	2	12	Sim	G4+F8	20-24	Máx 60
Salas de recuperação pós-anestésica (endoscopia e colonoscopia)	AO	1	AgB/AgQ	Neutra	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx 60
Radiologia										
Sala de espera	AO	2	AgB	Negativa	2	12	Não	G4+F8	20-24	Máx 60
Sala de Raio-X	AO	2	AgB/AgR	Negativa	2	6	Não	G4+F8	22-26	Máx 60
Sala de Raio-X (cirurgia, cuidados críticos e cateterismo)	PE	2	AgB/AgR	Positiva	3	15	Não	G4+F8	22-26	Máx 60

Tabela 7 – Condições Internas – Apoio Técnico / Apoio Logístico

A6 - Apoio técnico/apoio logístico										
Ambientes	Tipo de Ambiente (All, AA, AO, PE)	Nível de Risco	Situação a Controlar (AgB; AgQ, AgR; TE; EQ)	Nível de pressão	Vazão mínima de ar exterior (Renovações por hora)	Vazão mínima de ar Insuflado (Número de Movimentações por hora)	Exaustão Total do Ar Ambiente	Classe de Filtragem do Ar Insuflado	Temp. (°C)	Umidade Relativa (%)
Farmácia/Farmacotécnica										
Sala de manipulação de nutrição parenteral com cabine de segurança biológica	PE	3	AgB	Positiva	2	25	Não	G4+F8+ISO 35H	20-24	Máx. 60
Sala de preparo de quimioterápicos com cabine de segurança biológica	PE	3	AgB/AgQ	Negativa	2	6	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Área para dispensação (farmácia satélite)	AO	1	AgB	N/R	2	4	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de preparo fracionamento de doses e reconstituição de medicamento com antecâmara	PE	2	AgB/AgQ	Negativa	2	6	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de limpeza e higienização de insumos para manipulação parenteral	PE	1	AgB/AgQ	Positiva	2	20	Não	G4+F8+ISO 35H	20-24	Máx. 60
Área para armazenagem e controle	AO	2	AgB	Positiva	2	12	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Lactário										
Sala de manipulação e de envase	AO	1	AgB	Positiva	2	6	Não	G4+M5	22-26	Máx. 60
Área para preparo e envase de fórmulas lácteas e não lácteas	AO	1	AgB	Negativa	2	6	Não	G4+M5	22-26	Máx. 60
Lavanderia										
Salas para recebimento, pesagem, classificação e lavagem (área suja)	AO	3	AgB/AgQ	Negativa	10	10	Sim	G4	Ventilação mecânica	N/R
Sala de processamento (centrifugação, secagem)	AO	1	AgB/AgQ	Negativa	10	10	Sim	G4	Ventilação mecânica	N/R
Área de preparo de roupa limpa, costura, passagem, separação e dobragem	AO	1	AgQ	Neutra	20	20	Sim	G4	Ventilação mecânica	N/R
Área de armazenagem e distribuição de roupa limpa	AO	1	AgB	Positiva	2	2	Não	G4	Ventilação mecânica	N/R
Sala de gerador de ozônio	AO	1	AgQ	Negativa	10	10	Sim	M5	Ventilação mecânica	N/R
Limpeza e Zeladoria										
Armazenagem de resíduos contaminados /Armazenagem de substâncias perigosas tóxicas	AO	3	AgB/AgQ	Negativa	10	10	Sim	G4+F8	Exaustão mecânica	N/R

Tabela 8 – Condições Internas – Ambientes Diversos

A7 - Ambientes Diversos										
Ambientes	Tipo de Ambiente (All, AA, AO, PE)	Nível de Risco	Situação a Controlar (AgB; AgQ, AgR; TE; EQ)	Nível de pressão	Vazão mínima de ar exterior (Renovações por hora)	Vazão mínima de ar Insuflado (Número de Movimentações por hora)	Exaustão Total do Ar Ambiente	Classe de Filtragem do Ar Insuflado	Temp. (°C)	Umidade Relativa (%)
Sala de parto natural	PE	2	AgB/AgQ	Positiva	3	15	Não	G4+F8	20 a 24	Máx. 60
Sala de exames (Unidades de diagnósticos e terapia)	AO	1	EQ/AgR	Neutra	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de simulação/salas de terapia	AO	1	EQ	Positiva	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Área de exercícios para fisioterapia	AO	1	AgB	Negativa	2	6	Não	M5	22-27	Máx. 60
Vestibulários de barreira	AO	2	AgB	Negativa	2	10	Sim	G4+F8	20-24	Máx. 60
Banheiro	AA	1	AgB/AgQ	Negativa	10	NR	Sim	N/R	N/R	N/R
Sala de exame/consultório	AO	1	AgB	Positiva	2	6	Não	G4+F8	20-24	Máx. 60
Sala de utilidades/Expurgo	AO	2	AgB/AgQ	Negativa	10	10	Sim	N/R	N/R	N/R
Depósito de material de limpeza	AO	1	AgB/AgQ	Negativa	10	10	Sim	N/R	N/R	N/R

18. PROFISSIONAL DE COMISSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO - HVAC

O Profissional de Comissionamento dos Sistemas de Climatização - HVAC, obrigatoriamente deverá estar inteirado com as normativas adotadas e com as características dos equipamentos e sistemas adotados na implantação, levando em consideração e de forma a seguir, além dos relatórios já bem definidos, também os critérios específicos e particulares de cada fabricante dos equipamentos adotados, suas condições e exigências de validação e efetivação de funcionamentos e garantias destes equipamentos, fazendo assim a perfeita compatibilização final dos relatórios de start up e dos relatórios de comissionamento entregues e finalizados.