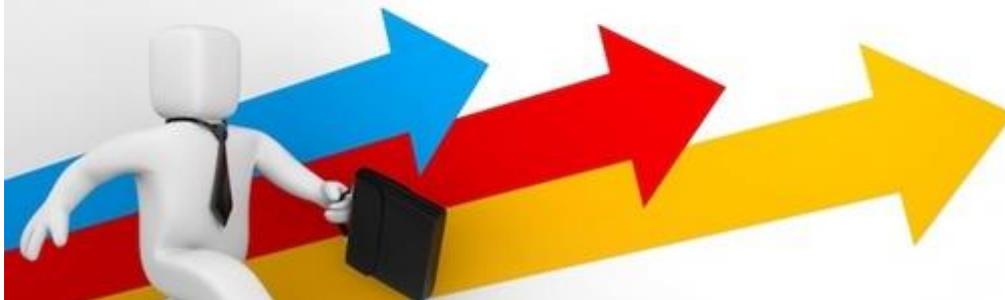


# Manutenção de Ar Condicionado



**CURSO DE QUALIFICAÇÃO**  
**PROFISSIONAL**



Se precisar só do Certificado,  
Basta já ter experiência na Área

Conteúdo Programático:

Introdução

Normas Técnicas Relacionadas

Primeiros Passos

Conhecendo o Equipamento

Ferramentas e Equipamentos Necessários para Instalação

Escolhendo o Local Correto Para Instalar a Unidade Interna

Instalação do Suporte Para Fixar a Unidade Interna

Instalação dos Tubos da Unidade Interna

Escolhendo o Local Correto Para Instalar a Unidade Externa

Ligação dos Tubos na Unidade Externa

O Procedimento de Gerar Vácuo é Obrigatório na Instalação?

Como Gerar Vácuo nas Tubulações

Ciclos de Refrigeração e Aquecimento do Ar Condicionado

Instalação Elétrica

Esquema Elétrico de Ligação

Como Deverá ser Feita a Instalação Elétrica Residencial

Ocorrências de Má Funcionamento do Equipamento

Anexo 1 – Esquemas elétricos de ligação

**CURSO DE QUALIFICAÇÃO**

**PROFISSIONAL**



## Introdução

O Ar Condicionado é um equipamento destinado a climatizar o ar em um recinto fechado, mantendo sua temperatura e umidade controladas.

Um erro comum quando pensamos em ar condicionado para conforto é enfocarmos apenas o aspecto refrigeração. Na verdade, é muito mais do que isso. O 'ar condicionado completo' é proporcionado por um sistema que pode aquecer, umidificar, esfriar, ventilar, filtrar e circular o ar. A maioria dos equipamentos que existem executam apenas um trabalho parcial, que é esfriar e esquentar.

O condicionamento do ar é realizado da seguinte forma pelo aparelho de ar condicionado: O ar é insuflado no ambiente, em condições de temperatura, umidade e pureza em condições diferentes daquelas que se quer manter.

O Resfriamento: Para se remover o calor gerado no interior dos ambientes, somado àquele que penetra pela envoltória, é insuflado ar de 10°C a 12°C mais frio que a temperatura desejada. Chamamos de conceito de 'diluir' o calor gerado.

O componentes de um aparelho de ar condicionado:

Evaporador: Rouba o calor do ambiente pela evaporação de um fluido a baixas pressões;

Compressor: Fornece energia mecânica para o sistema funcionar e eleva a pressão do gás para permitir sua condensação;

Condensador: Rejeita, para o exterior, o calor retirado do ambiente condicionado, condensando o gás (volta para o estado líquido);

Válvula de expansão: Reduz a pressão do líquido, deixando-o no estado adequado para recomençar o ciclo, ou seja, ser evaporado.

Outro fator predominante para realizar o condicionamento do ar é fazer o cálculo de carga térmica. A grande maioria das pessoas ao comprar um ar condicionado não sabe exatamente qual a capacidade em BTUS que ele deve ter para refrigerar o local em que será instalado. Um número ainda menor sabe que isso pode ser determinado pelo cálculo de carga térmica. Os sites de

fabricantes de aparelhos de ar condicionado colocam "calculadoras de ar condicionado" ou "calculadoras de carga térmica" que geram resultados bastante imprecisos. Descobrir qual o ar condicionado ideal não é uma arte e nem um exercício de adivinhação. É uma questão de cálculo (carga térmica) e, por sinal, bem fácil de ser feito. A determinação de qual ar condicionado é adequado para um ambiente doméstico deve ser feita com o uso da norma ABNT NBR 5858.

Com estas informações acima descritas você já começa a ter uma ideia do que está envolvido na instalação de um ar condicionado split.

### **Normas Técnicas Relacionadas**

Para a instalação de unidades de ar condicionado é importante acompanhar a legislação técnica vigente no país.

No Brasil existem tanto as normas técnicas padronizadas aplicadas e normatizadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), como também as normas que visam a segurança do trabalhador, da equipe e da execução do trabalho em si, seguem:

Normas relacionadas da ABNT;

Norma NBR 6401- Instalações centrais de ar condicionado para conforto – Parâmetros básicos de projeto. Esta foi substituída pelas normas ABNT a seguir:

**ABNT NBR 16401-1 Parte 1:** Instalações de Ar Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários. Projeto das Instalações. Estabelece parâmetros básicos e requisitos mínimos de projeto para sistemas de ar condicionado centrais e unitários. Utilizado também para instalações especiais como salas limpas, centros cirúrgicos, laboratórios, etc.

**ABNT NBR 16401-2 Parte 2:** Instalações de Ar Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários. Parâmetros de Conforto Térmico. Especifica os parâmetros do ambiente interno. Trata da satisfação térmica média de 80% das pessoas em relação ao conforto térmico em áreas providas de ar condicionado.

**ABNT NBR 16401-3 Parte 3:** Instalações de Ar Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários. Qualidade do Ar Interior. Especifica os parâmetros básicos e os requisitos mínimos para sistemas de ar condicionado, como vazões mínimas, níveis mínimos de filtragem de ar, requisitos técnicos e componentes relativos a qualidade do ar.

**NBR 6675 -** Instalação de condicionadores de ar de uso doméstico (tipo monobloco ou modular)

Normas relacionadas do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego)

**NR 6:** A norma NR 6 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), regulamenta as atribuições legais do fornecimento dos EPI's pelo empregador ao trabalhador e também especifica quais são os equipamentos obrigatórios nas atividades insalubres. Tudo isso visa garantir a saúde dos profissionais, evitando o absenteísmo. Além disso, as empresas devem buscar cada vez mais diminuir a exposição de seus funcionários aos ruídos de elevada intensidade, bem como a correta utilização de todos os Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

**NR 10:** Esta norma abrange desde os cuidados e riscos que a eletricidade possui (como os arcos elétricos), como também os tipos de choques e inclusive todas as medidas de controle de risco elétricos existentes. É indicado ter conhecimento nesta norma por causa dos riscos elétricos existentes ao instalar os aparelhos de ar condicionado split.

**NR 35:** A norma NR35 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade. Podemos citar um exemplo prático no aprendizado desta norma em que toda atividade realizada em locais acima de 2 metros de altura deverá ser usado equipamentos específicos na execução de trabalhos em altura.

## Primeiros Passos

Existem vários fatores que determinam a escolha de um determinado sistema de ar condicionado. O tamanho do sistema e posição da casa de máquinas ou, de forma mais geral, a localização do espaço disponível para instalação dos equipamentos de ar condicionado são os primeiros fatores a serem observados.

A quantidade de ambientes que deverão ter controle individual de temperatura também é fator importante na escolha de um sistema podendo levar a escolha de um sistema de água gelada ou não. No caso deste curso, somente iremos abordar a instalação e funcionamento do sistema split (mini-split / hi-wall).

Para se chegar a um dado confiável de qual capacidade deverá ter o aparelho a ser instalado, devemos nos orientar pelas seguintes características, chamado também de cálculo da carga térmica:- condução de calor pelas paredes, vidros, cobertura e piso;

- calor latente e sensível pelas pessoas
- calor latente e sensível do ar externo
- equipamentos
- iluminação
- insolação solar

Ao relacionar as características acima, anotamos então as capacidades de cada uma:

- Medir paredes, janelas, portas
- Contar equipamentos, verificar consumo de cada um
- Verificar tipo e número luminárias
- Observar orientação solar
- Proteção nas janelas
- Tipo de tijolo e de cobertura
- Quantidade de pessoas por sala (uma pessoa adulta gera em torno de 150 watts de calor/hora)
- Cálculo de iluminação (exp. 10 luminárias fluorescentes de 40Watts cada = 400 Watts)

Veja dois exemplos de cálculos da carga térmica:

1) Casa COM insolação ou apartamento que seja cobertura:

1. 800 btu/h por m<sup>2</sup>, considerando-se até 2 pessoas por ambiente.

2. Para cada pessoa adicional, acrescentar 600 btu/h.

3. Para cada equipamento eletroeletrônico, acrescentar 600 btu/h.

Simulação de Cálculo:

Quarto de casal em apartamento de cobertura.

Dimensões do ambiente: 15 m<sup>2</sup>

Quantidade de pessoas no ambiente:  $15 \text{ m}^2 \times 800 \text{ btu/h} = 12.000$  btu/h de carga térmica.

2) Casa SEM insolação ou apartamento que não seja cobertura:

1. 600 btu/h por m<sup>2</sup>, considerando-se até 2 pessoas por ambiente.

2. Para cada pessoa adicional, acrescentar 600 btu/h.

3. Para cada equipamento eletroeletrônico, acrescentar 600 btu/h.

Simulação de Cálculo:

Quarto de casal em apartamento de andar intermediário.

Dimensões do ambiente: 15 m<sup>2</sup>

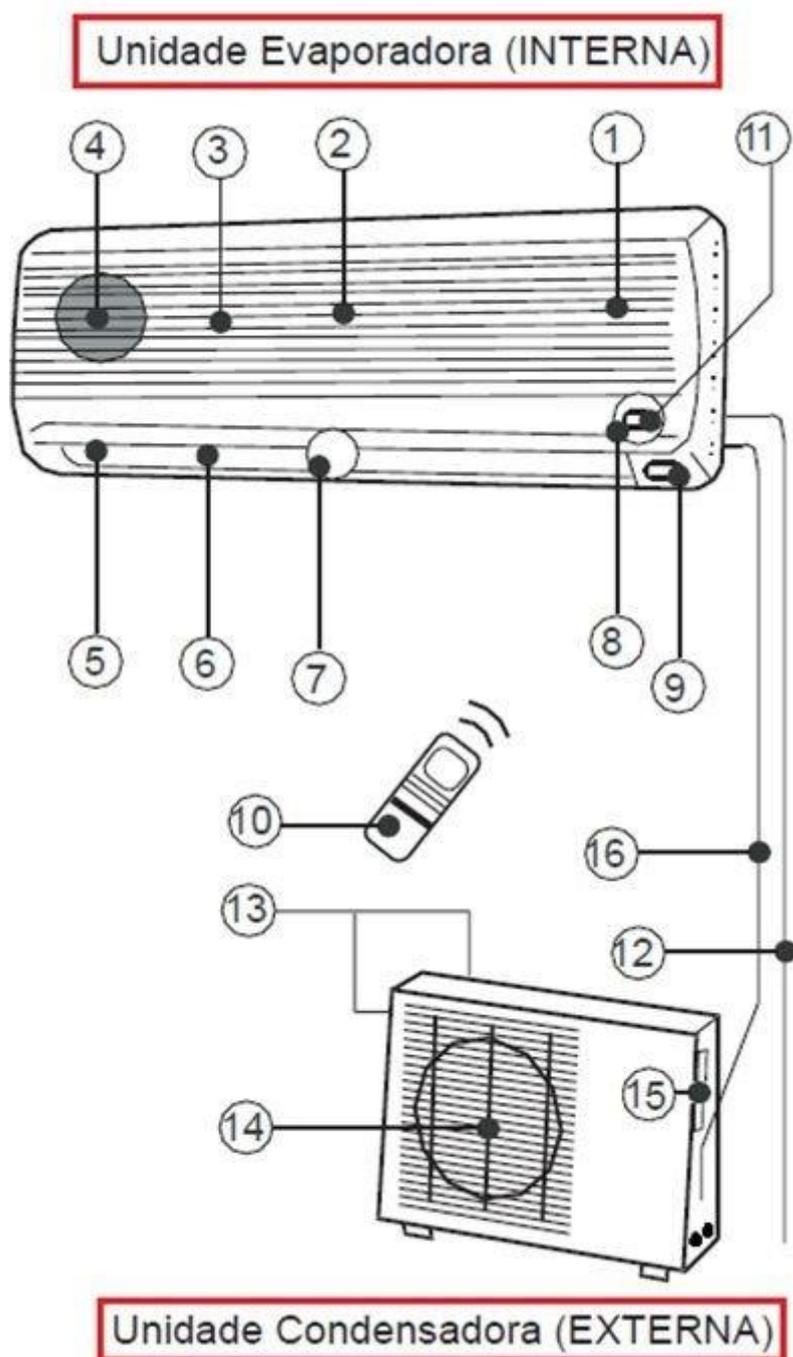
Quantidade de pessoas no ambiente:  $15 \text{ m}^2 \times 600 \text{ btu/h} = 9.000$  btu/h de carga térmica.

**Conversão:**

1000 BTU/h = 293 W

1 kcal/h = 1,163 W

## Conhecendo o Equipamento



Vamos à nomenclatura de todos itens, orientando-se pelo indicativo dos números acima:

### Unidade Interna (Evaporadora)

- 01 - Sensor de temperatura do ambiente
- 02 - Painel Frontal

- 03 - Entrada do Ar
- 04 - Filtro de Ar
- 05 - Saída de Ar
- 06 - Aleta vertical (direcionamento do ar para cima/baixo)
- 07 - Grelha horizontal (direcionamento do ar para direita/esquerda)
- 08 - Display (sinalizadores)
- 09 - Painel de Controle e caixa de ligação elétrica
- 10 - Controle Remoto
- 11 - Sensor infravermelho

#### **Unidade Externa (Condensadora)**

- 12 - Mangueira de dreno
- 13 - Entrada de ar lateral e traseira
- 14 - Saída de ar
- 15 – Caixa de comando e instalação elétrica
- 16 - Tubulação frigorífica, fiação elétrica de comunicação da evaporadora com a condensadora.

Após conhecer o equipamento inicia-se o trabalho de instalação das duas unidades. Para isso é necessário o uso de algumas ferramentas, veja no próximo capítulo.

### **Ferramentas e Equipamentos Necessários para Instalação**

Antes de iniciar qualquer operação de instalação, é necessário que você conheça cada ferramenta e equipamento utilizado para a instalação das duas unidades. Cada item possui uma aplicação específica e será imprescindível ter noção de como usar e para qual finalidade é usado.

#### **Segue a lista:**

**1. Bomba de vácuo:** A bomba de vácuo retira toda a umidade existente dentro dessa tubulação nova, evitando a possibilidade de contaminação de todo o sistema interno. Quando a tubulação nova, curta e isolada (parede/parede) e a umidade do ar não está muito alta, até poderia se arriscar fazer a instalação sem fazer vácuo, pois qualquer resquício de umidade poderá ser absorvida por um filtro interno que existe no aparelho (filtro de gás). Quando

a tubulação é mais longa e a umidade do ar é maior, a chance de contaminação também aumenta. Por isso, na dúvida, o melhor é sempre fazer o vácuo antes de efetuar a interligação definitiva. Isso garante a ausência de umidade no sistema interno.



**2. Conjunto Manifold (R-22 e/ou R-410) :** Este equipamento é usado em Ar Condicionados Split que utilizam o gás R-134a, R-22, R-12, R-404A e R410A. O modo de uso num exemplo de fazer vácuo na tubulação e liberando o gás para a evaporação: conecte a mangueira azul na válvula de serviço (da tubulação mais grossa do ar). A mangueira amarela deverá ser conectada na bomba de vácuo com o Manifold fechado (os dois lados, vermelho e azul). Ligue a bomba de vácuo e depois abra o lado azul do Manifold e deixe ligado por no mínimo 30 minutos. Depois desse tempo feche o Manifold e desligue a bomba de vácuo. Deixe nesta posição por mais 20 minutos, caso o Manifold continuar no negativo a operação de vácuo ocorreu com sucesso. Se voltou para o zero, reaperte as conexões e repita a operação de vácuo. Depois que estiver tudo ok, com uma chave allen abra um pouco a válvula da tubulação menor e verifique se existe algum vazamento nas tubulações. Não existindo vazamento de gás, abra o restante da válvula da tubulação menor e em seguida abra a válvula da tubulação maior. Ligue o Ar Condicionado e verifique a pressão pelo Manifold: se for de gás R22, a pressão deve estar entre 60 e 65; se for o gás R410A deve estar em torno de 75, caso menos deverá completar com o refrigerante até chegar nestes parâmetros.



3. Cortador e curvador de tubos: Usado para cortar os tubos de cobre e fazer as curvas dos tubos quando necessário, pois no caso de ocorrer uma dobra do tubo de cobre, o mesmo não pode ser mais usado, devido a fadiga de material que irá ocorrer justamente na dobra, ocasionando obstrução de passagem do gás e em muitos casos pode ocorrer vazamento de gás com o passar do tempo.

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**



#### 4. Flangeador de tubos:



5. Chave de torque (Torquímetro) : Uma chave de torque, ou torquímetro, é usada para definir precisamente o torque de um fixador. É utilizada com fixadores, como porcas ou parafusos. Esta ferramenta tem um mecanismo especial interno que tem a forma de uma chave de soquete. Ela é usada em lugares onde é crucial aperto de parafusos e porcas.



6. Conjunto chaves Philips, fenda, alicates e trena 10 metros



7. Chave de porca ou chave inglesa (duas)



## 8. Conjunto chaves Allen

Se precisar só do Certificado,  
Basta já ter experiência na Área



### 9. Chave de bornes



### 10. Multímetro / Alicate amperímetro



11. Serra copo alvenaria: Usado para fazer o furo na alvenaria onde passarão os tubos de cobre, fiação elétrica e mangueira de dreno. O ideal é fazer um furo de 80mm. Antes de iniciar a furação certifique-se de que não existe nenhuma passagem de água/esgoto/energia.



12. Serra de metal



13. Parafusadeira (recomendável)



14. Furadeira industrial e brocas para alvenaria

Se precisar só do Certificado,  
Basta já ter experiência na Área



15. Régua de nível



16. Fitas isolante e veda-rosca



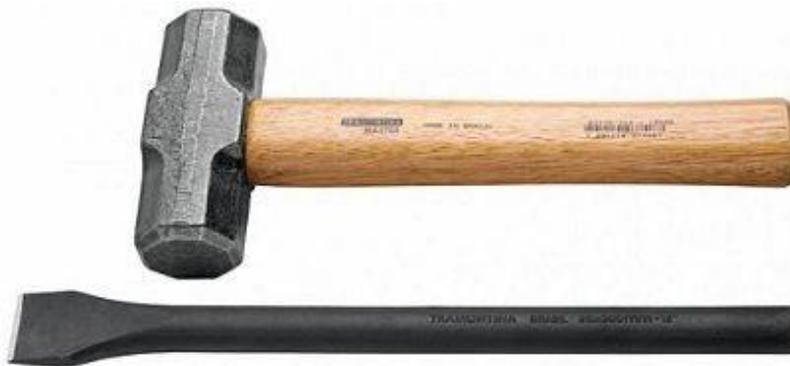
17. Fita vinílica de proteção (branca de preferência)



18. Isolante térmico para a tubulação de gás



**19. Talhadeira e martelo**



**20. Bisnaga óleo refrigerante**



21. Maçarico de solda portátil



22. Escadas



### 23. Vacuômetro



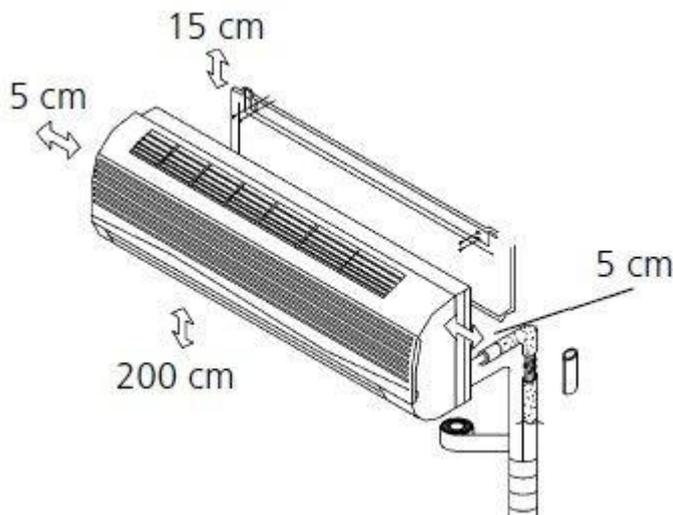
## Escolhendo o Local Correto Para Instalar a Unidade Interna

Normalmente, todos os modelos estão carregados com fluido refrigerante para uma instalação de até 3 metros de tubulação. Caso a instalação referente a tubulação seja maior, acrescente uma carga adicional de 20 g de fluido refrigerante para cada metro adicional de tubulação. O comprimento mínimo permitido da tubulação é de 1 metro e o máximo permitido é de 15 metros. O desnível, por sua vez, permitido entre as unidades interna e externa é de até 5 metros.

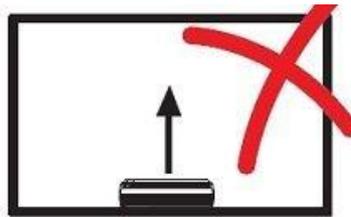
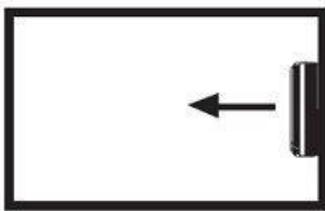
**Como instalar:** São necessárias pelo menos 2 pessoas para mover e instalar o Condicionador de Ar. Não seguindo essa orientação pode resultar em acidentes pessoais ou danos ao produto.

Abaixo, algumas distâncias mínimas e máximas a serem seguidas para instalar a unidade interna, são elas:

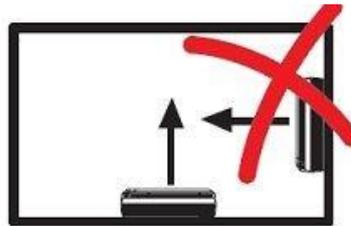
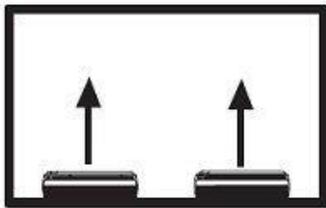
- a) A distância da parede deve ser superior a 5 cm, seja do lado esquerdo como direito.
- b) A distância do teto deve ser superior a 15 cm.
- c) A distância do chão deve ser de, no mínimo, 200 cm



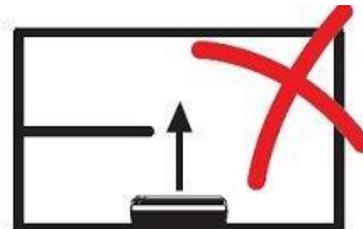
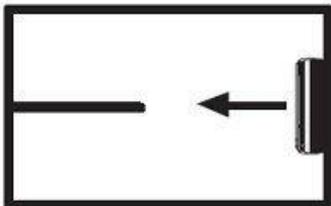
**A posição ideal para instalar a unidade interna:** Sempre que possível, instale o produto nas paredes que possuem maior distância entre si. Esse cuidado torna a distribuição do ar mais eficiente.



Havendo mais de um Condicionador de Ar no ambiente, para melhor desempenho, evite fluxos de ar cruzado.



Evite locais onde a circulação do ar possa ser obstruída ou dificultada por cortinas, móveis ou divisórias.



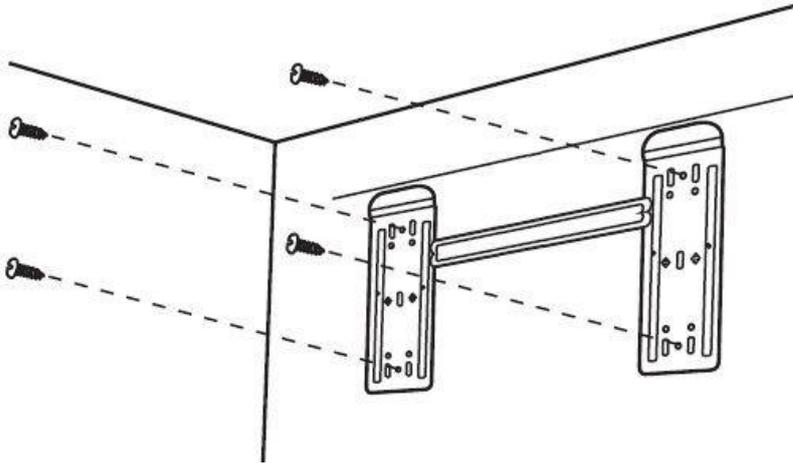
### Instalação do Suporte Para Fixar a Unidade Interna

Antes de iniciar a fixação do suporte certifique-se de que está bem posicionada quanto aos quesitos de distanciamentos de paredes e nível.

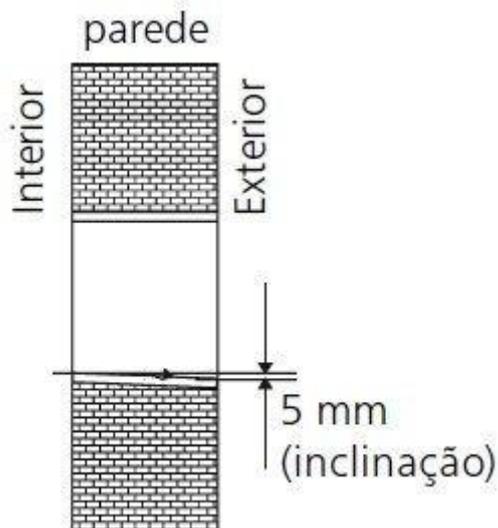
Selecione o local e verifique se, ao realizar o furo na alvenaria, a instalação da unidade externa estará de acordo com o solicitado quanto ao distanciamento mínimo das paredes. Seguem as orientações técnicas para instalação do suporte interno.

- Ajuste o suporte de instalação na horizontal com uma régua ou um fio de prumo, para que não haja desnivelamento da unidade.

- Faça furos com 32 mm de profundidade na parede e fixe a placa. Verifique se a parede possui condições de resistência suficiente para fixar a placa.
- Insira as buchas de plástico nos furos, depois fixe o suporte de instalação com parafusos roscados.



- Certifique-se de que o suporte de instalação está bem fixado. Em seguida, faça um furo na parede de aproximadamente 80mm de diâmetro para os tubos. Este furo de passagem para os tubos deverá ter uma pequena inclinação para baixo.



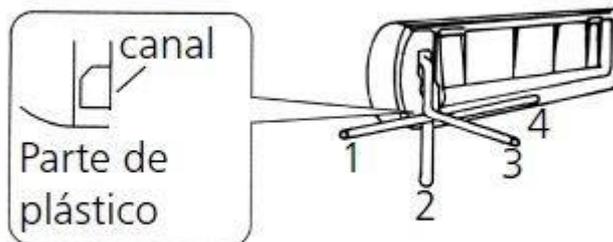
### Instalação dos Tubos da Unidade Interna

Depois de ter efetuado a fixação do suporte da unidade interna e realizado a furação para a passagem da tubulação chegou a hora de encaixar a evaporadora no suporte e conduzir os tubos pelo furo na alvenaria.

Porém antes, devemos nos ater aos seguintes cuidados:

- Para ligar a unidade interna, instale os tubos (tubo de líquido e de gás) e os cabos através do orifício da parede a partir do exterior ou monte-os a partir do interior depois de terminar as ligações dos cabos e dos tubos interiores.
- Decida se irá serrar a parte de plástico de acordo com a direção dos tubos (como indicado a seguir).

Direção da tubulação



Corte a parte de plástico ao longo do canal

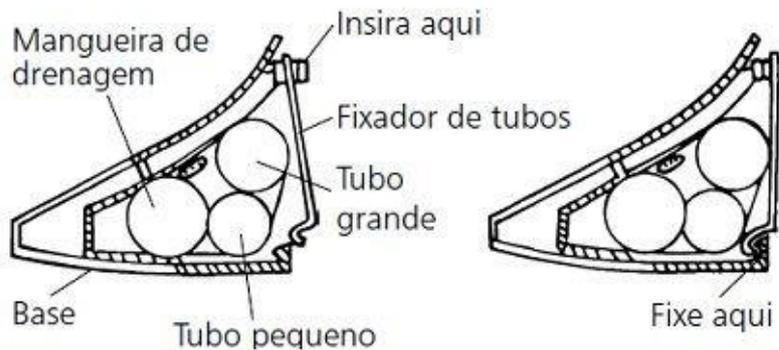
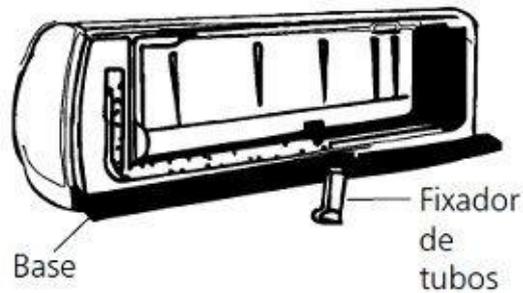
- Tampe a extremidade da tubulação quando esta tiver que ser passada através do furo.
- Não coloque as tubulações diretamente sobre o piso ou forro sem que os extremos estejam vedados com fita adesiva ou tampões.
- Use um cabo de ligação do tipo PP 4x1,5mm para aparelhos somente frio e PP 6x1,5mm para aparelhos com aquecimento. Neste caso cada fio possui cor diferente ou um número estampado.
- Verifique se a mangueira de dreno que já acompanha a unidade interna possui tamanho suficiente para passar pelo furo na parede.
- Ao final envolva todos os tubos, a mangueira de dreno e o cabo PP com fita de vinil própria para isolamento térmico. O resultado ficará parecido conforme imagem a seguir:

**Se precisar só do Certificado,  
Basta já ter experiência na Área**



- Deixe a mangueira de drenagem fora ou pendurada, e não mergulhe a extremidade em água. Se ligar uma extensão da mangueira de drenagem ao tubo de drenagem, certifique-se de que está isolado termicamente quando passar através da unidade interior.
- Veja a seguir a forma correta de encaixar os tubos, mangueiras e cabos na parte de baixo dentro da caixa da evaporadora, quando os tubos estiverem direcionados para a direita, já isolados termicamente e fixos à parte de trás na unidade com um fixador de tubos (dependendo do modelo da evaporadora; alguns é somente encaixado sem fixador):

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**



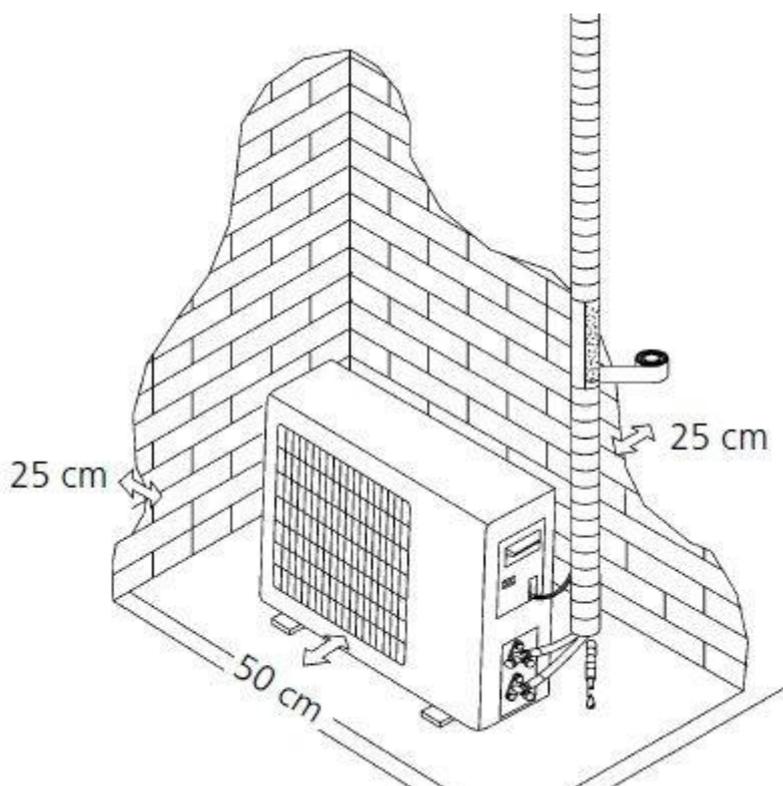
### Escolhendo o Local Correto Para Instalar a Unidade Externa

A instalação só deve ser efetuada pelo serviço autorizado ou um especialista de acordo com as normas nacionais relativas à ligação elétrica (NBR5410) e de refrigeração (NBR6675).

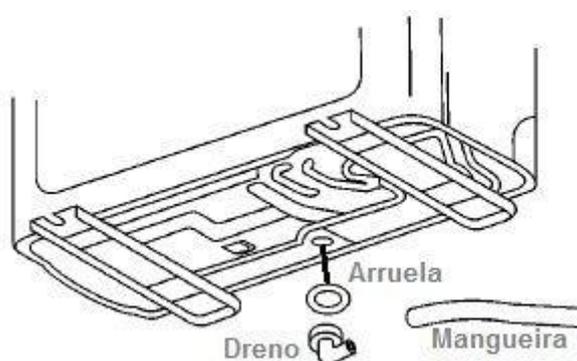
Abaixo, algumas distâncias mínimas e máximas a serem seguidas para instalar a unidade externa, são elas:

- a) A distância da entrada lateral de ar da parede deve ser superior a 25 cm
- b) A distância da entrada traseira de ar da parede deve ser superior a 25 cm
- c) A distância da saída frontal de ar da parede deve ser superior a 50 cm

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**



Um detalhe que poucos instaladores observam é o dreno da unidade externa. Nos aparelhos com a função de aquecimento ocorre o condensamento da água na unidade externa, sendo que esta água normalmente é conduzida ao dreno embaixo da carcaça da unidade externa. Para não incomodar os vizinhos e proteger o ambiente, instale um dreno e uma mangueira de drenagem para direcionar a água condensada. Instale apenas o dreno e a arruela de borracha na estrutura da unidade externa (encaixado), depois ligue uma mangueira de drenagem ao dreno como mostra a figura a seguir.



Instalação e fixação da unidade externa: fixe com parafusos e porcas numa base plana e sólida. Se instalada na parede ou no telhado, fixe bem o suporte para evitar que se mexa devido a

vibrações e vento forte. Procure apoiá-la em calços de borracha para absorver as vibrações (esses calços não acompanham o produto).

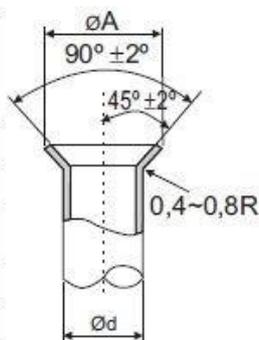


### Ligação dos Tubos na Unidade Externa

Após finalizar a instalação do suporte da unidade externa e a mesma já se encontrando parafusada no suporte, chegou a hora de fazer a ligação do tubo de gás (grosso) e o tubo de líquido refrigerante (fino). Abaixo, os passos que deverão ser seguidos para a correta instalação:

- É necessário fazer o flangeamento dos tubos de gás e de líquido refrigerante. Veja a seguir o dimensionamento correto do flangeamento para uma perfeita conexão sem vazamentos:

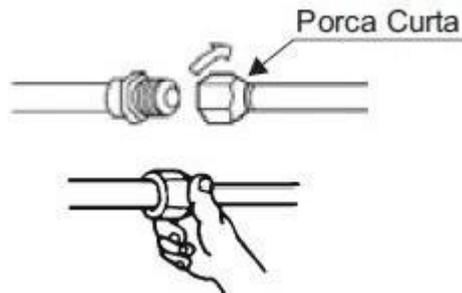
Diâmetro Nominal $\varnothing d$		Dimensão $A^{+0,0}_{-0,4}$ (mm)
(polegadas)	(mm)	
1/4	6,35	9,1
3/8	9,52	13,2
1/2	12,70	16,6
5/8	15,88	19,7
3/4	19,05	(*)



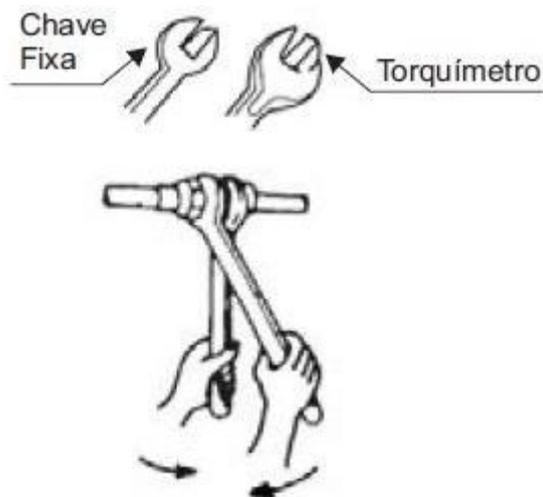
- Ligue os tubos da unidade interna usando duas chaves de porcas. Preste especial atenção ao torque permitido, como mais abaixo indicado na tabela, para evitar que os tubos, os conectores

e as porcas de vedação fiquem deformados e danificados gerando vazamentos (neste caso quando é feito uma emenda nos tubos, pois o padrão de fábrica é para instalar parede/parede).

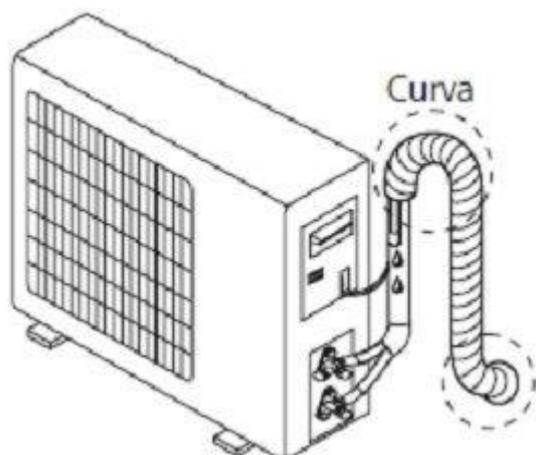
- Primeiro, aperte-as com as mãos, depois use as chaves.



- Tome cuidado para evitar que os tubos, os conectores e as porcas dentadas fiquem deformados ou danificados. Cuide também com o torque aplicado ao apertar a porca na flange. Observe a tabela mais abaixo com o torque máximo aplicável de acordo com a bitola de cada tubo.



- Quando a unidade externa for instalada, faça uma curva na tubulação conforme ilustrado na figura, e fixe firmemente na parede, para absorver as vibrações e evitar que água de chuvas e suor na tubulação escorram para dentro do ambiente.



- Agora para instalação e fixação dos tubos nas válvulas de serviço da unidade externa, deverá ser tomado o seguinte cuidado novamente com o torque máximo aplicável na porca da flange.



- Preste atenção no isolamento térmico dos tubos pois pode ocorrer condensação de água perto da válvula de serviço, já que a mesma não possui isolamento térmico.

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**

## CONEXÃO PORCA CURTA NA VÁLVULA DE SERVIÇO

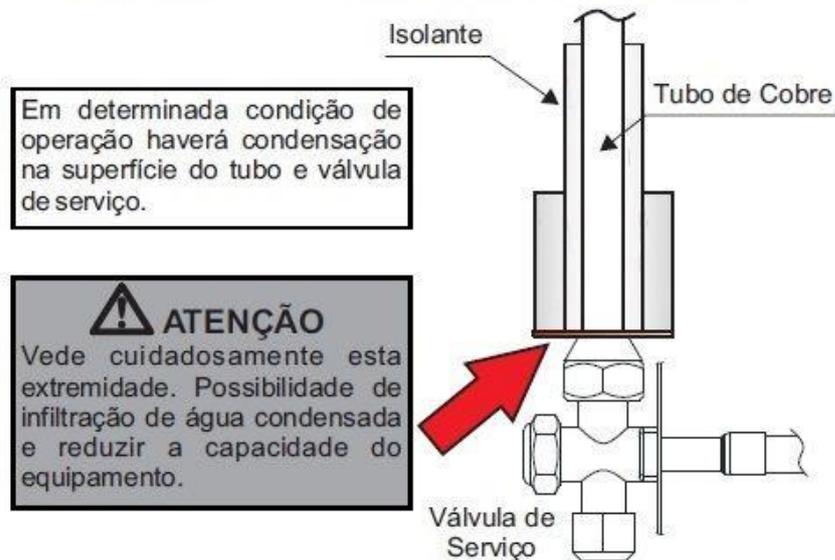


Tabela de aperto máximo das porcas nas flanges (torque):

lado do líquido			lado do gás		
dimensão do tubo	torque	largura da porca	dimensão do tubo	torque	largura da porca
Ø 6 mm ou 1/4 pol	1,8 N.m	17 mm	Ø 10 mm ou 3/8 pol	3,5 N.m	22 mm
Ø 6 mm ou 1/4 pol	1,8 N.m	17 mm	Ø 10 mm ou 3/8 pol	3,5 N.m	22 mm
Ø 6 mm ou 1/4 pol	1,8 N.m	17 mm	Ø 12 mm ou 1/2 pol	5,5 N.m	24 mm
Ø 10 mm ou 3/8 pol	3,5 N.m	22mm	Ø 16 mm ou 5/8 pol	7,5 N.m	27 mm
Ø10mm ou 3/8 pol	3,5N.m	22mm	Ø16mm ou 5/8pol	7,5N.m	27mm

espessura mínima da parede dos tubos deve ser de 0,6 mm.

## O Procedimento de Gerar Vácuo é Obrigatório na Instalação?

Muitos instaladores de ar-condicionado alegam que trabalham com instalação de splits há anos e que nunca fizeram o procedimento de vácuo, e se questionam sobre a obrigatoriedade desse procedimento.

Esse é um assunto polêmico entre os instaladores de ar-condicionado e gera discussões acaloradas nas redes sociais.

Mas, por que o vácuo é tão importante?

O vácuo é um procedimento de limpeza da tubulação dos aparelhos de ar condicionado split. Ele é extremamente importante para eliminar todo tipo de sujeira que pode acumular nessa tubulação, impedindo a entrada de poeira ou outras substâncias que podem danificar o aparelho.

O vácuo também reduz a pressão no sistema fazendo com que a umidade evapore, pois a umidade, se misturada com o gás refrigerante, pode gerar muita acidez, que acabará por danificar o compressor, ou formará blocos de gelo na evaporadora.

Também é recomendado fazer o procedimento de vácuo toda vez que for feita recarga de gás refrigerante. Nesse caso, o vácuo vai eliminar todo o resto de gás antigo.

#### **Detectando vazamento na tubulação.**

Outra função da Bomba de Vácuo é a de detectar vazamentos. Por maior cuidado que se possa ter ao fazer a conexão dos tubos de cobre, sempre pode acontecer algum tipo de vazamento. Mas, se o vácuo for realizado, é possível verificar se ficou algum vazamento no sistema, utilizando como ferramenta auxiliar o conjunto Manifold.

#### **O vácuo é obrigatório?**

Não existe uma lei que diga que o procedimento de vácuo é obrigatório. No entanto, esse procedimento é essencial, indispensável para o bom funcionamento do ar-condicionado, tanto é que a maioria dos manuais (do usuário e de instalação) traz orientações sobre como deve ser feito esse procedimento.

O setor está cheio de profissionais sem qualificação, que muitas vezes fazem um trabalho de má qualidade, prejudicando, principalmente, o consumidor.

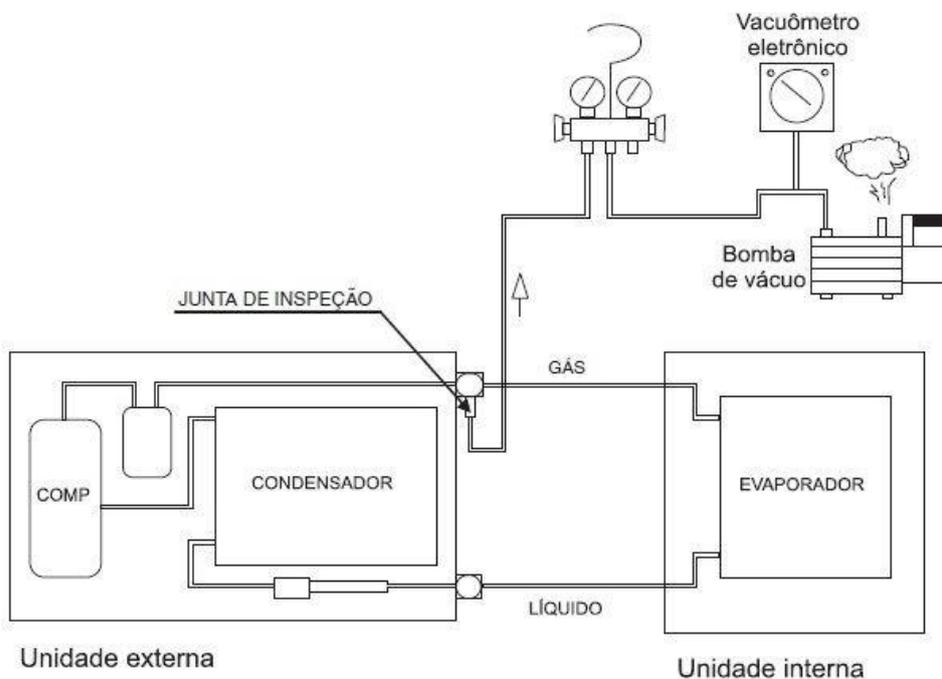
Se o procedimento de vácuo não for feito o aparelho pode funcionar normalmente por um certo tempo, mas a sua vida útil com certeza será menor. Por exemplo, um ar-condicionado que duraria em média oito anos com uma instalação bem feita, sem o procedimento de vácuo, em pouco tempo começará a apresentar problemas.

Então, se você quer ser um bom instalador, faça sempre o procedimento de vácuo.

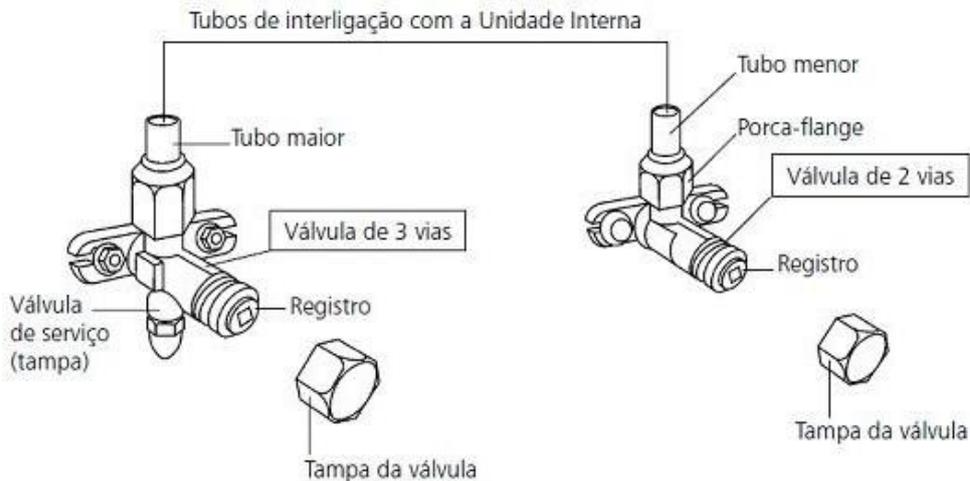
### Como Gerar Vácuo nas Tubulações

Antes de iniciar o serviço de vácuo nas tubulações tenha certeza de que a condensadora ainda não está ligada. Somente poderá ser feita a ligação elétrica após o vácuo e outros procedimentos na válvula.

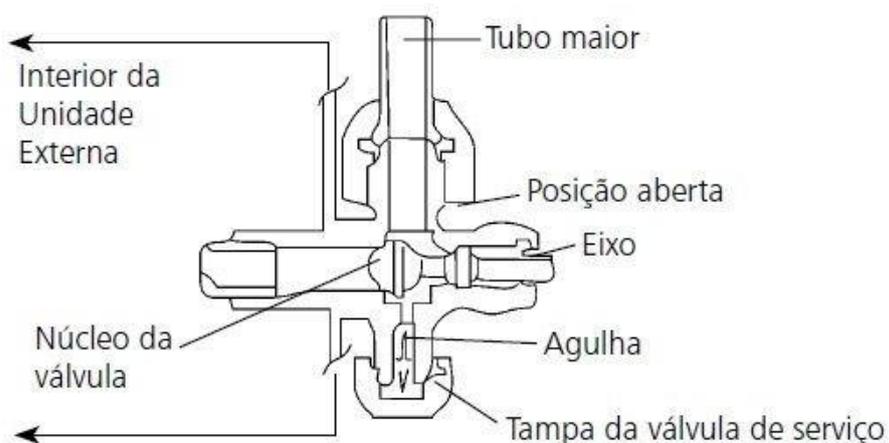
Veja o esquema para saber como funciona o serviço de vácuo:



Veja a seguir as características de cada válvula:



Veja também o esquema técnico da válvula de 3 vias.



Veja a seguir o procedimento correto para instalar a bomba de vácuo com o conjunto Manifold.

1. Desaperte e remova a tampa da válvula de serviço que se encontra na válvula de 3 vias (gás).
2. Conecte a mangueira azul (de baixa pressão) do conjunto Manifold na válvula de serviço. Mantenha o registro do Manifold fechado e conecte a extremidade da mangueira que possui o pino acionador do ventil da válvula de serviço.
3. Conecte a mangueira vermelha no vacuômetro com registro do Manifold fechado. A mangueira amarela deverá ser conectada na bomba de vácuo com o registro do Manifold fechado. Ligue a bomba de vácuo e abra o registro no Manifold da mangueira azul. Abra também o registro da mangueira vermelha do vacuômetro.
4. Para ter certeza que está fazendo vácuo, assim que ligar a bomba de vácuo desaperte a porca-flange do tubo que está conectado e verifique se há sucção na extremidade do tubo (sucção feita pela bomba de vácuo). Obs.: Se não ocorrer sucção verifique o conjunto Manifold (mangueiras / conexões / registros); se houver sucção: reaperte a porca-flange da válvula de acordo com a tabela de torque visto anteriormente.
5. Deixe a bomba de vácuo trabalhando em torno de 20 minutos (dependendo do comprimento da tubulação) e verifique no vacuômetro até atingir 1,3 kPa ou 250..500 $\mu$ mHg (dependendo da escala que o vacuômetro utiliza). Caso não atinja o vácuo

especificado, verifique novamente a qualidade dos flanges dos tubos e refaça-os se necessário. O que às vezes pode ocorrer também é ao desligar a bomba de vácuo a pressão subir muito, é normal a pressão subir um pouco ao desligar, mas se ultrapassar os 900µmHg é sinal de que ainda existe umidade na tubulação. Ligue novamente a bomba de vácuo por ao menos mais 10 minutos.

6. Se estiver tudo correto feche os registros do Manifold e desligue a bomba de vácuo, porém não remova as mangueiras da válvula de duas vias).

7. Remova a tampa da válvula de 2 vias.

8. Abra o registro da mesma bem com chave allen, bem devagar até  $\frac{1}{4}$  de volta (obs.: nota-se ruído do fluido refrigerante). Verifique no manômetro do Manifold da mangueira azul que o ponteiro irá movimentar até o final. Aguarde o ponteiro chegar até o final de curso, quando parar de se mover siga para o 9º passo.

9. Desconecte a mangueira da válvula de serviço (situada na válvula de 3 vias).

10. Recoloque a tampa da válvula de serviço e aperte.

11. Remova a tampa da válvula de 3 vias.

12. Abra o registro (da mesma) devagar e completamente. Recoloque a tampa e reaperte.

13. Agora abra devagar e completamente o registro da válvula de 2 vias.

14. Recoloque a tampa e reaperte.

### **Ciclos de Refrigeração e Aquecimento do Ar Condicionado**

Toda máquina possui um sistema de proteção que previne o ar condicionado de ser ativado durante aproximadamente 3 minutos, quando reiniciado imediatamente após uma operação ou queda de energia.

OBS.: Somente quando o equipamento for ligado após uma realimentação (tomada ou disjuntor) o mesmo deverá entrar em operação de imediato com o comando Liga/Desliga do controle

remoto. Isto protegerá seu equipamento (apenas nas unidades quente/frio).

**Para entender melhor como funcionam os equipamentos que operam com ciclos quente e frio:**

- Operação de pré-aquecimento: o ar condicionado não aquecerá imediatamente depois de ligado. Fluxos de ar quente começarão depois de aproximadamente 5 minutos quando a serpentina interna estiver aquecida.
- Controle de ar quente: quando a temperatura da sala alcança a temperatura fixada, a velocidade do ventilador é reduzida automaticamente para prevenir o resfriamento. Neste momento, a unidade externa parará.
- Descongela: se a unidade condensadora (externa) congela durante a operação de aquecimento, automaticamente começa o descongelamento (durante aproximadamente 5 a 10 minutos) para manter o efeito de aquecimento.
- Os ventiladores da unidade interna e externa param durante a operação de descongelamento.
- Durante a operação de descongelamento, água descongelada escoar para fora de unidade externa.
- Capacidade de aquecimento: durante a operação de aquecimento, calor é absorvido do meio externo e lançado dentro da sala. O sistema é denominado de bomba de calor. Quando a temperatura ao ar livre é muito baixa, recomendamos que você use outro aparato de aquecimento em combinação com o ar condicionado.

Para máquinas que possuem somente o ciclo de refrigeração, o mesmo além de climatizar o ambiente, também desumidifica. Se o ar condicionado foi instalado em locais que contêm óleos ou sprays presentes no ambiente ou também outras condições atmosféricas como em áreas litorâneas, poderá ocorrer mau funcionamento do equipamento e até gerar mau cheiro durante a operação.

## Instalação Elétrica

Antes de iniciar o serviço de instalação elétrica, certifique-se que você está com os equipamentos necessários e o disjuntor de alimentação do ar condicionado desligado ou o plug fora da tomada.

Normalmente o cabo de alimentação da condensadora não acompanha o produto e deve ser adquirido separadamente. O cabo de alimentação a ser utilizado deve ser do tipo flexível 750 V com veia verde-e-amarela, cobre/PVC, conforme NBR13249.

Para máquinas de até 18.000 BTU/h é recomendável usar ao menos o fio com espessura 2,5mm que será conectado diretamente ao disjuntor.

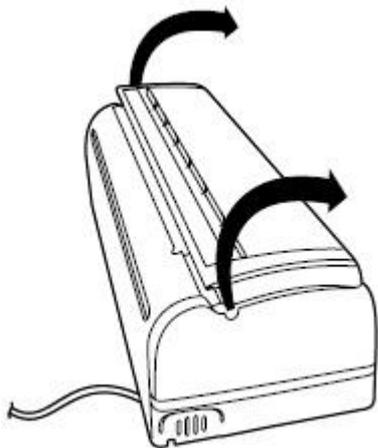
Para o cabeamento da interligação Evaporadora X Condensadora usa-se o cabo PP com 4 veios de 1,5mm para aparelhos somente frio e 6 veios de 1,5mm para aparelhos com funcionamento de aquecimento. Este cabo pode ser com os veios coloridos ou numerados.

Este serviço a seguir da ligação elétrica somente pode ser realizado com a evaporadora já conectada com os tubos na condensadora. Porém o cabo PP de ligação já tem que estar passado anteriormente junto com os tubos.

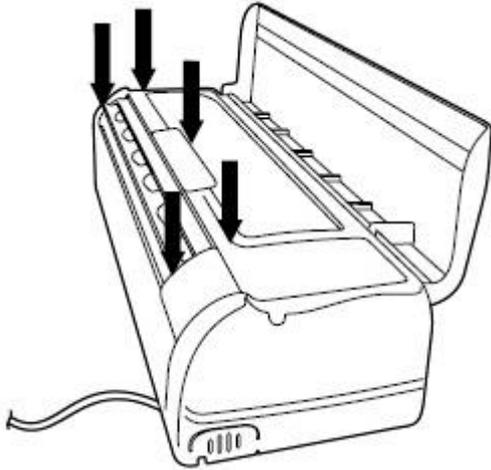
### Entendendo a ligação na Evaporadora (interna)

Siga os procedimentos a seguir para efetuar a ligação correta:

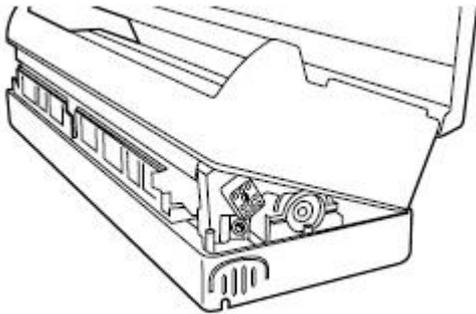
1. Abra a tampa de acesso aos filtros de ar e a descarga de ar (flap).



2. Retire os parafusos que fixam o gabinete e o display.

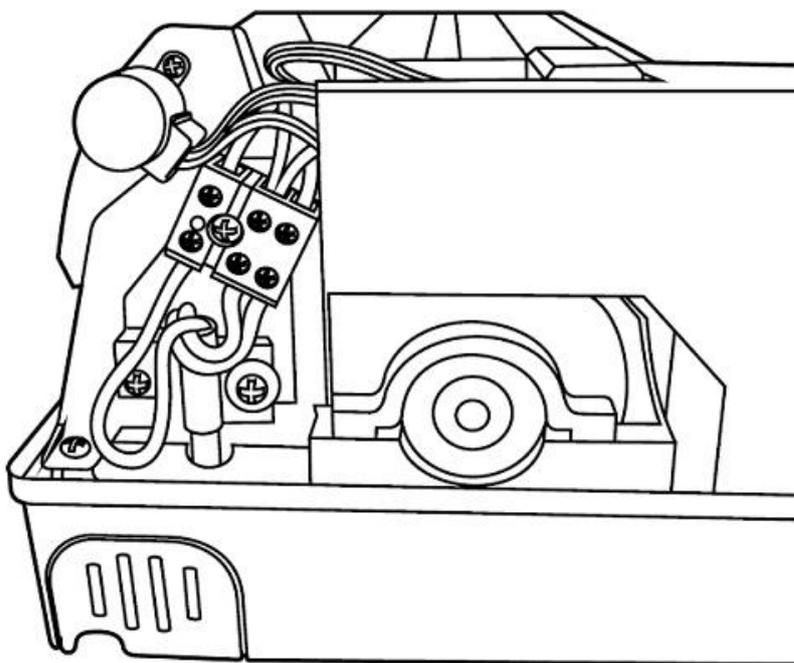


3. Após a retirada dos parafusos, desencaixe o display e retire o gabinete.



4. Solte a borneira de entrada de força (parafuso central) e conecte os cabos (aterramento / neutro / fase).

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**



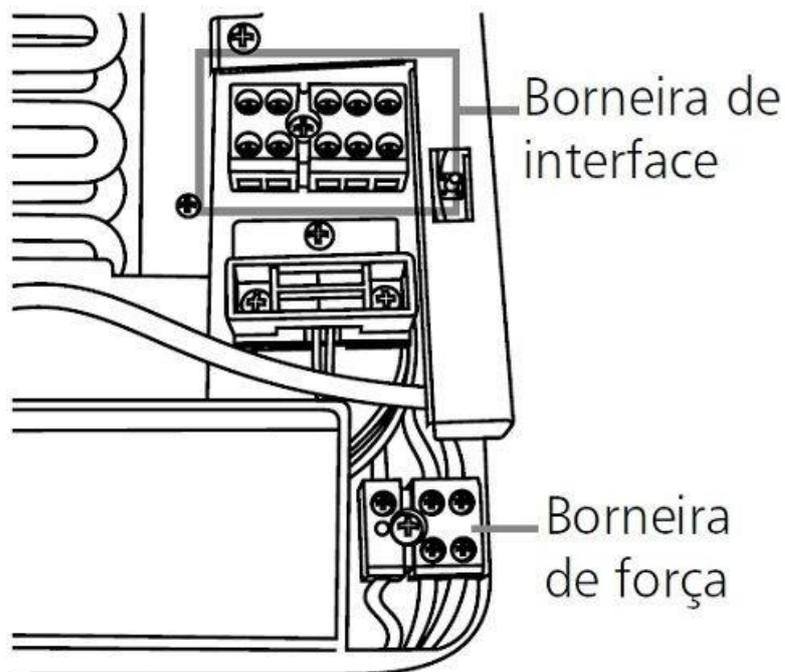
OBS: Normalmente todas as principais marcas no mercado trabalham com evaporadoras que possuem a caixa de comando elétrico no lado direito.

**Borneira de interface ou borneira de comunicação:**

Na borneira são conectados os fios elétricos que farão a comunicação com a condensadora. Novamente repetindo para os modelos com aquecimento, a borneira de interface possui 5 terminais e nos modelos apenas frio, a borneira de interface possui 3 terminais.

Após retirar a tampa do gabinete você tem acesso a borneira:

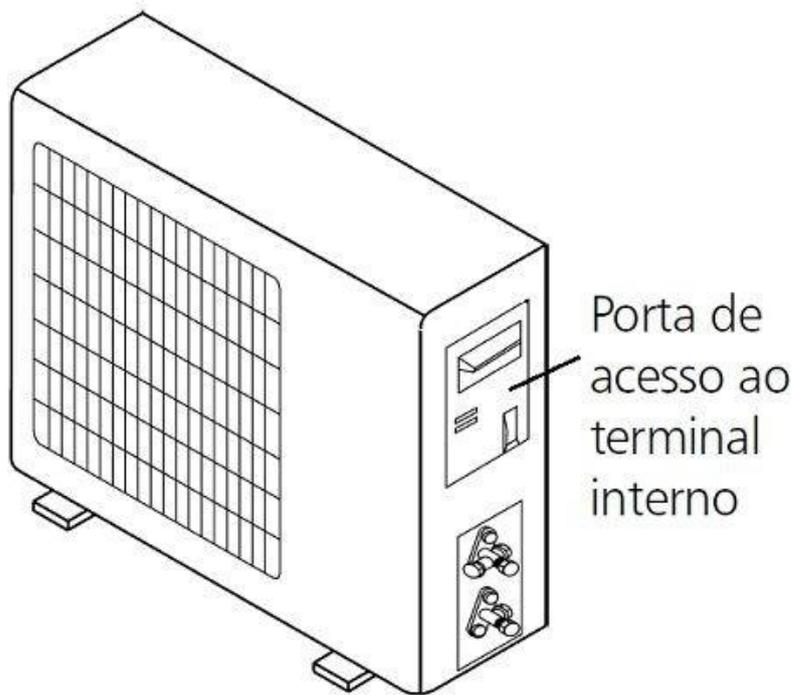
1. Abra a tampa de acesso superior desapertando o parafuso e acesse a borneira de interface da unidade interna com a unidade externa.
2. Com a tampa de acesso superior aberta, conecte os cabos de interface de ambas as unidades, conforme esquema de ligação explicado a seguir.
3. Volte a parafusar a tampa superior, encaixe a tampa de acesso da entrada de força e retorne o painel frontal a posição original.



#### Preparando a unidade externa para a ligação:

Na unidade externa precisamos retirar uma tampa lateral que está parafusada na carcaça da unidade para termos acesso ao painel de ligação. Novamente o mesmo procedimento se repete, temos a borneira de interface de ligação com a unidade interna (evaporadora) e a borneira de alimentação de energia. Localize na lateral da unidade externa a tampa conforme ilustração a seguir:

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**



Retirada a tampa, precisamos agora fazer a 'união' na borneira de interface da unidade externa com a interna (comunicação). Para realizar esta operação é necessário entendermos o esquema elétrico enviado pelo fabricante juntamente com o aparelho. No exemplo que estamos trabalhando usamos o padrão Brastemp/Consul, sendo que estas usam o mesmo tipo de esquema elétrico de ligação conforme a seguir.

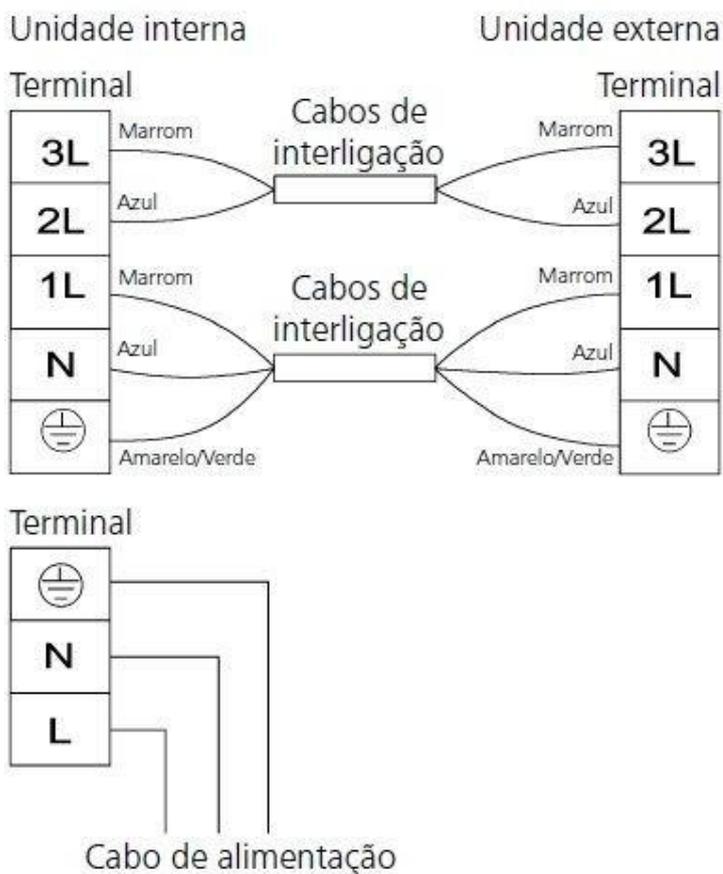
Esquemas elétricos de outros fabricantes você encontra no capítulo Anexo 01 – Esquemas Elétricos de Ligação.

### **Esquema Elétrico de Ligação**

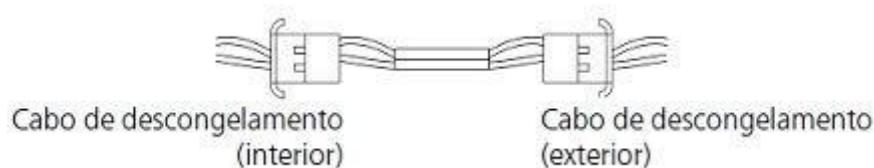
Certifique-se de que a cor dos fios ou fios numerados da unidade externa e o número de terminais são os mesmos que os da unidade interna.

Apresentamos a seguir um esquema de ligações para os modelos 7000, 9000, 12000 e 18000 da marca Brastemp/Consul.

**Esquema elétrico de modelos com aquecimento:**



O cabo de descongelamento que normalmente acompanha o produto nos modelos com aquecimento possui um cabo de 5 m. Caso sua instalação necessite de um cabo de descongelamento maior, o instalador deverá emendá-lo.



Lembrando que a instalação deste cabo nos modelos com aquecimento é imprescindível para o correto funcionamento do produto. Sem ele, o produto não terá o rendimento esperado para o modo aquecer.

**Esquema elétrico de modelos somente frio:**



## Como Deverá ser Feita a Instalação Elétrica Residencial

Antes de iniciar a ligação elétrica do aparelho na rede elétrica da residência ou sala comercial siga rigorosamente os padrões de segurança de uso e instalação estabelecidas pela Norma NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Esta norma se refere à prevenção de acidentes do trabalho e é uma das principais ferramentas à disposição de trabalhadores e empregadores para garantir ambientes de trabalho seguros e saudáveis.

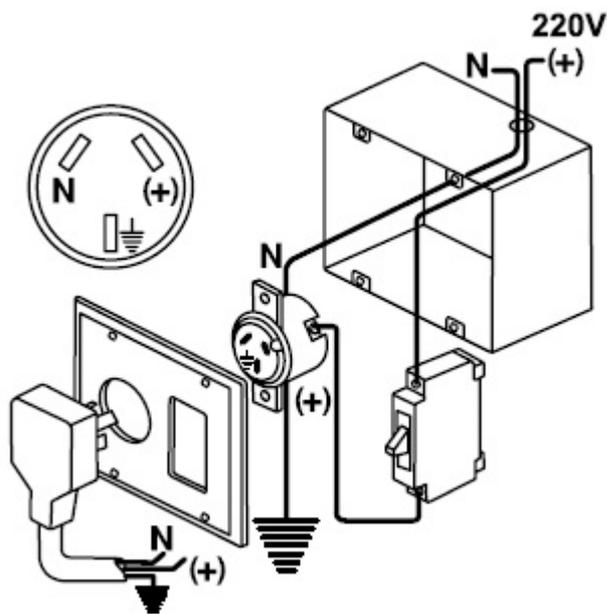
Mesmo assim, siga algumas das regras fundamentais ao efetuar a ligação elétrica:

- Ligue o produto a um circuito provido de aterramento (risco de choque elétrico) e disjuntor independente.
- Não remova o fio terra.
- Não use adaptadores ou T's.
- Não use extensões.

- Não seguindo essas instruções pode trazer risco de vida, incêndio ou choque elétrico.

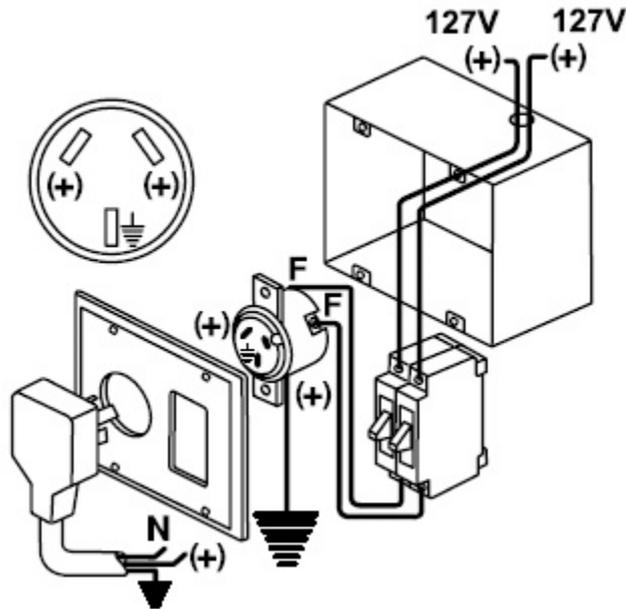
Quanto ao aparelho de ar condicionado que será ligado à rede residencial:

Verifique na etiqueta de identificação, se a tensão do Condicionador de Ar coincide com a rede elétrica que o irá alimentar. Se a tensão for em 220 Volts a ligação deverá ser monofásica conforme a seguir:



Para instalação em rede de alimentação 127 Volts é necessário realizar uma instalação bifásica, conforme desenho a seguir:

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**



- Para os modelos até 18000 BTU/h usar fio de alimentação flexível na bitola 2,5mm numa distância máxima de até 40 metros. Utilizar a tomada tripolar própria e rede elétrica dotada de fio terra com bitola igual a dos condutores fase.
- Usar disjuntores de boa qualidade e do tipo retardado conforme especificação na etiqueta de identificação do Condicionador de Ar. Aparelhos de 7 a 12000 BTU/h usar disjuntores de 10A e aparelhos de 18000 BTU/h usar disjuntores de 15A.
- Examine se a rede elétrica com todos os condutores, eletrodutos e equipamentos estão em boas condições e dimensionados para suportar a carga exigida pelo Condicionador de Ar.
- Não use benjamins ou adaptadores devido ao risco de acidentes.
- Para sua segurança ligue o aparelhos somente em tomadas que possuam um fio terra efetivo. O aterramento incorreto do produto pode resultar em choque elétrico ou outros danos pessoais.
- O aterramento da rede elétrica deve estar de acordo com a norma NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão.
- Caso tenha alguma dúvida sobre o aterramento residencial, consulte um eletricista de confiança.

No caso de utilizar cabo de alimentação, ligue seu produto a uma tomada exclusiva com o mesmo padrão do plugue do seu produto.

- Como já mencionamos acima, nunca ligue o aparelho utilizando extensões ou adaptadores tipo “T” para mais de um aparelho. Este tipo de ligação gera sobrecarga na rede elétrica prejudicando o funcionamento do produto e resultando em risco de acidentes com fogo.
- Verifique também se a tomada utilizada está adequada ao seu produto, no caso do seu Condicionador de Ar a tomada deve ser especificada para suportar corrente elétrica de até 20A.
- O disjuntor de proteção da rede elétrica deve ser exclusivo para o Condicionador de Ar.

### **Ocorrências de Má Funcionamento do Equipamento**

Listamos a seguir algumas das ocorrências mais comuns que podem ocorrer ao ligar o equipamento. Dividimos as ocorrências por grupos de causas para poder identificar mais rapidamente a origem do problema, seguem:

- 1) **Compressor e motores das unidades condensadoras e evaporadoras funcionam, mas o ambiente não é refrigerado eficientemente:**

**Se precisar só do Certificado,  
Basta já ter experiência na Área**

<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>SOLUÇÕES</b>
Capacidade térmica da unidade é insuficiente para o ambiente.	Refazer o levantamento de carga térmica e orientar o cliente e, se necessário, troque por um modelo de maior capacidade.
Instalação incorreta ou deficiente.	Verificar o local da instalação observando altura, local, incidência de raios solares no condensador, cortinas em frente a unidade interna, etc. Reinstalar a(s) unidade(s).
Vazamento de gás.	Localizar o vazamento, repará-lo e proceder a reoperação da unidade.
Serpentinas obstruídas por sujeira.	Desobstruir o evaporador e condensador.
Baixa voltagem de operação.	Voltagem fornecida abaixo da tensão mínima.
Compressor sem compressão.	Substituir o compressor.
Motor do ventilador com pouca rotação.	Verificar o capacitor de fase do motor do ventilador e o próprio motor do ventilador, substituindo-o se necessário.
Filtro e/ou tubo capilar obstruído.	Substituir o filtro e capilar, neste caso geralmente o evaporador fica bloqueado com gelo.
Programação desajustada	Ajustar corretamente a programação do controle remoto conforme as instruções no Manual do Proprietário.
Válvula de serviço fechada ou parcialmente fechada.	Abrir a (s) válvula(s).

**Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área**

## 2) Compressor não arranca.

<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>SOLUÇÕES</b>
Cabo elétrico desconectado ou com mau contato.	Conectar o cabo elétrico adequadamente na fonte de alimentação.
Baixa ou alta voltagem.	Poderá ser utilizado um estabilizador automático com potência (em Watts) condizente com a unidade.
Capacitor do compressor defeituoso.	Usar um capacímetro para detectar o defeito. Se necessário, troque o capacitor.
Controle remoto danificado	Se necessário troque o controle remoto.
Compressor "trancado".	Proceder a ligação do compressor, conforme instruções no Guia de Diagnóstico de Falhas em Compressores (conforme cada fabricante), caso não funcione, substituir o mesmo.
Circuito sobrecarregado causando queda de tensão.	O equipamento deve ser ligado em tomada única e exclusiva.
Excesso de gás.	Verificar, medir e purgar se necessário.
Protetor térmico do compressor defeituoso (aberto).	Substituir o protetor térmico.
Ligações elétricas incorretas ou fios rompidos.	Verificar a fiação, reparar ou substituir a mesma. Ver o(s) esquema(s) elétrico(s) da(s) unidade(s).

## 3) Motores dos ventiladores não funcionam.

<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>SOLUÇÕES</b>
Cabo elétrico desconectado ou com mau contato.	Conectar o cabo elétrico adequadamente na fonte de alimentação.
Motor do ventilador defeituoso.	Proceder a ligação direta do motor do ventilador, caso não funcione, substituir o mesmo.
Capacitor defeituoso.	Usar um ohmímetro para detectar o defeito, se necessário, troque o capacitor.
Placa de comando defeituosa	Usar um ohmímetro para detectar o defeito, se necessário, troque a placa de comando.
Ligações elétricas incorretas ou fios rompidos.	Verificar a fiação, reparar ou substituir a mesma. Ver o(s) esquema(s) elétrico(s) da(s) unidade(s).
Hélice ou turbina solta ou travada.	Verificar, fixando-a corretamente.

## 4) Compressor não opera em aquecimento.

<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>SOLUÇÕES</b>
Solenóide da válvula de reversão defeituoso (queimado).	Substituir o solenóide.
Válvula de reversão defeituosa.	Substituir a válvula de reversão.
Termostato descongelante defeituoso (aberto) (Termistor do condensador)	Usar um ohmímetro para detectar o defeito. Se necessário, troque o termostato. (Termistor do condensador)
Placa defeituosa.	Se necessário, troque a placa.
Ligações incorretas ou fios rompidos.	Verificar a fiação, reparar ou substituir a mesma. Ver o(s) esquema(s) elétrico(s) da(s) unidade(s).
Função refrigeração ativada.	Ajustar corretamente o controle remoto para aquecimento.

#### 5) Evaporadora bloqueada com gelo.

<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>SOLUÇÕES</b>
Obstrução no tubo capilar e/ou filtro.	Reoperar a unidade, substituindo o filtro e tubo capilar. Convém executar limpeza nos componentes com jatos de nitrogênio.
Pane no termostato descongelante da evaporadora.	Observar fixação, posição e conexão do sensor. Posicionar corretamente.
Vazamento de gás.	Elimine o vazamento e troque todo o gás refrigerante.

#### 6) Ruído excessivo durante o funcionamento.

<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>SOLUÇÕES</b>
Folga no eixo/mancais dos motores dos ventiladores	Substituir o motor do ventilador.
Tubulação vibrando.	Verificar o local gerador do ruído e eliminá-lo.
Peças soltas.	Verificar e calçar ou fi xá-las corretamente.
Hélice ou turbina desbalanceada ou quebrada.	Substituir peça.
Instalação incorreta.	Melhorar instalação (reforce as peças que apresentam estrutura frágil) ou nivele corretamente o equipamento usando um nível.

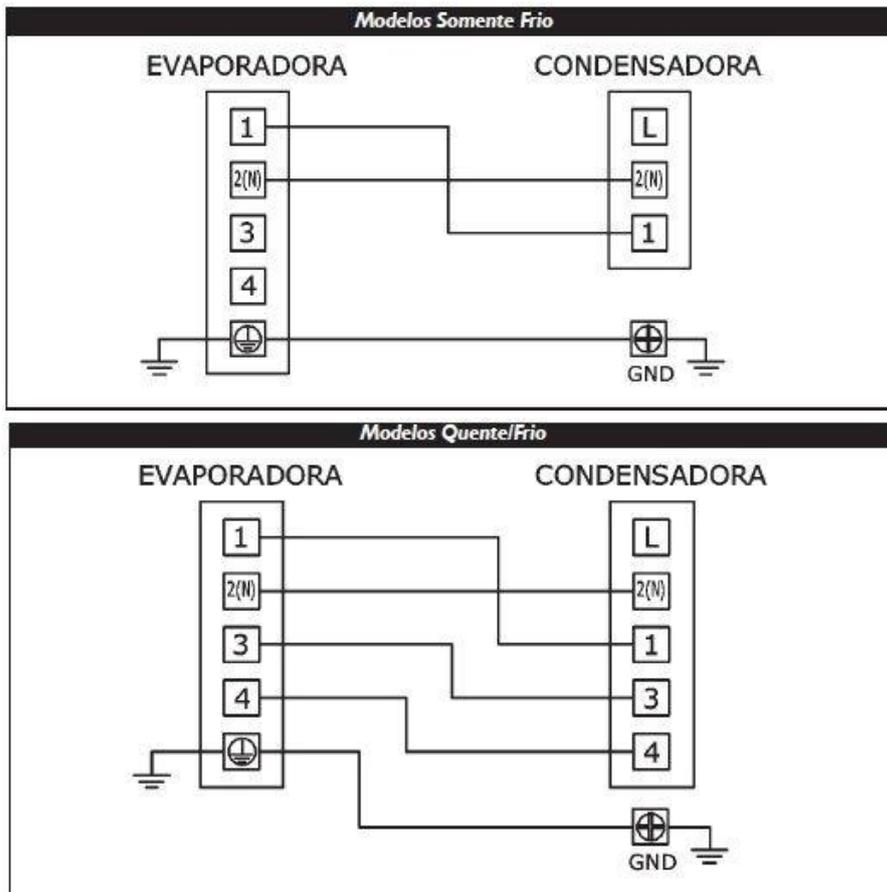
#### 7) Relé não atraca (batendo).

<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>SOLUÇÕES</b>
Cabo de ligação do relé sem continuidade (interrompido).	Revisar os cabos para garantir continuidade.

## Anexo 1 – Esquemas elétricos de ligação.

\* Os esquemas elétricos relacionados a seguir foram retirados dos manuais de instalação de cada fabricante.

Linha SPRINGER/MIDEA: 7mil a 18mil BTU/h



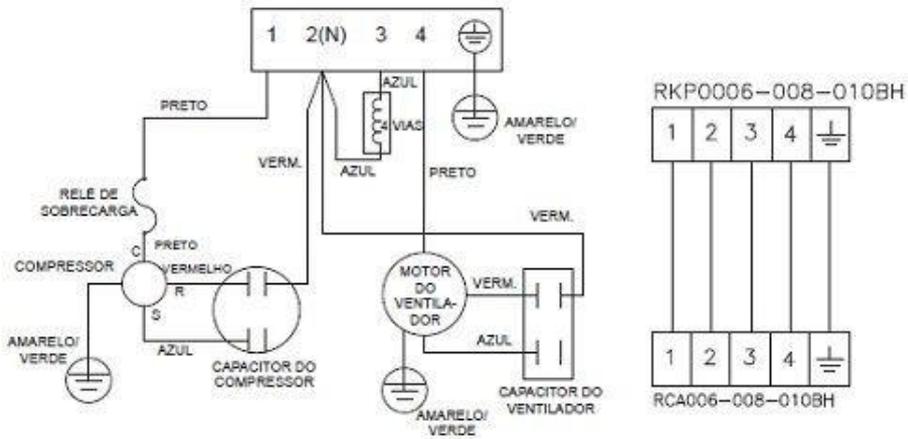
Linha HITACHI 6mil até 10mil BTU/h (ciclo somente frio)

Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área



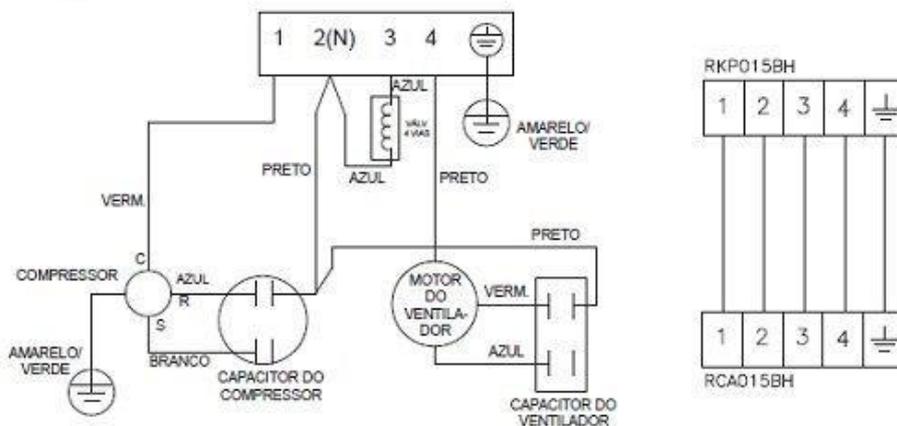
### Linha HITACHI 6mil até 10mil BTU/h (ciclo quente e frio)

UNIDADE EVAPORADORA  
UNIDADE CONDENSADORA



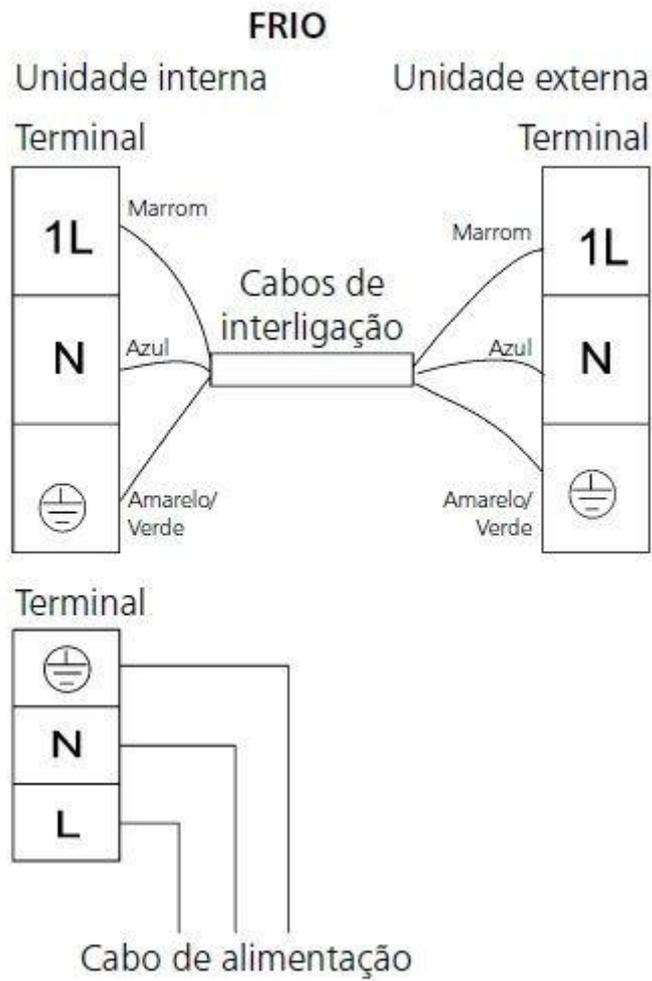
### Linha HITACHI 15mil BTU/h (ciclo quente e frio)

UNIDADE EVAPORADORA  
UNIDADE CONDENSADORA



Se precisar só do Certificado,  
Basta já ter experiência na Área

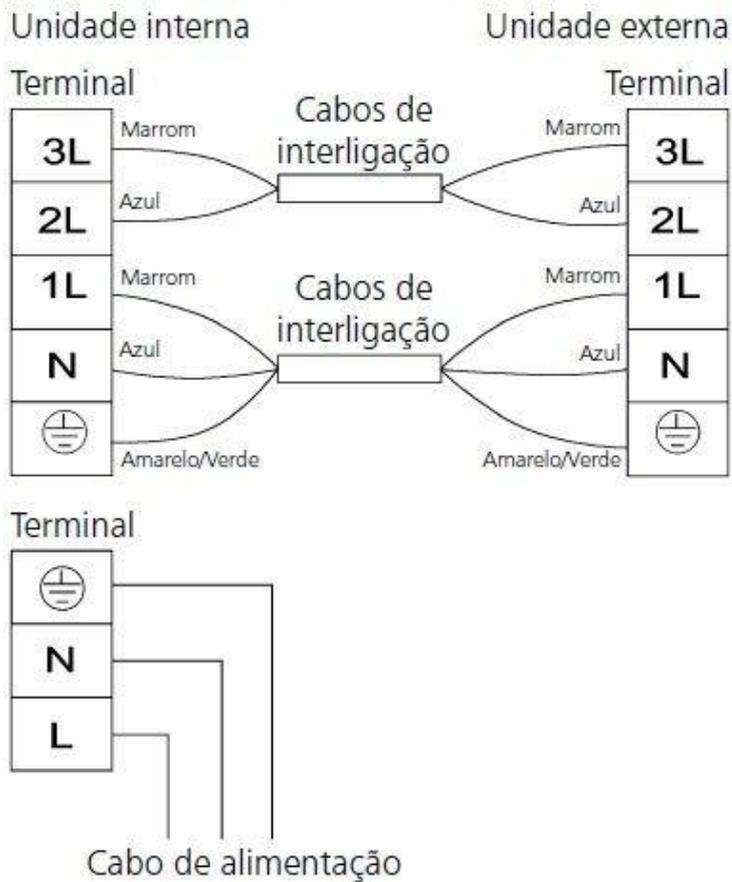
Linha BRASTEMP/CONSUL 7mil até 18mil BTU/h (ciclo somente frio)



Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área

Linha BRASTEMP/CONSUL 7mil até 18mil BTU/h (ciclo quente e frio)

### COM AQUECIMENTO



Se precisar só do Certificado,  
Basta ja ter experiência na Área