

AR-CONDICIONADO DE MAQUÍNAS AGRÍCOLAS

 Cursoslivres



Instalação e Manutenção do Sistema de Ar Condicionado

Procedimentos de instalação

Introdução

A instalação adequada de um sistema de ar condicionado em máquinas agrícolas é um processo que exige atenção a detalhes técnicos, normativos e operacionais. Ao contrário de veículos leves, os equipamentos agrícolas estão frequentemente expostos a ambientes severos, como poeira, vibração intensa e variações extremas de temperatura. Assim, os procedimentos de instalação devem garantir o desempenho do sistema, sua durabilidade e a segurança dos operadores. Neste texto, são descritos os passos fundamentais para a correta instalação de sistemas de climatização em máquinas agrícolas, abordando desde a preparação da máquina até as conexões finais.

1. Preparação da Máquina Agrícola

A primeira etapa da instalação consiste na verificação e preparação da máquina agrícola. Antes de qualquer intervenção, é necessário realizar uma inspeção detalhada para identificar os pontos de montagem e as rotas possíveis para tubulações e fiação elétrica. É fundamental consultar o manual do fabricante do equipamento, garantindo que a instalação do sistema de ar condicionado não comprometerá a estrutura da cabine nem os sistemas elétrico e hidráulico originais.

Além disso, é necessário garantir que a cabine esteja devidamente vedada, o que é essencial para a eficiência do ar-condicionado. Vazamentos de ar ou poeira não apenas reduzem o desempenho do sistema, como também aumentam o desgaste dos filtros e a contaminação do evaporador.

Também se deve verificar se a máquina dispõe de espaço suficiente para o compressor e se há acesso ao virabrequim ou a um sistema de polias que permita o acionamento do componente, no caso de sistemas mecânicos. No caso de sistemas elétricos, é essencial conferir a compatibilidade com o alternador da máquina e sua capacidade de fornecimento de energia.

2. Fixação dos Componentes

A fixação dos componentes deve seguir rigorosamente as instruções dos fabricantes dos kits de ar-condicionado. Os principais componentes a serem instalados incluem: compressor, condensador, evaporador, válvula de expansão, unidade de controle e suportes auxiliares.

Compressor: O compressor geralmente é acoplado ao motor da máquina agrícola. Deve ser fixado de maneira firme, com parafusos de alta resistência e alinhamento correto com a polia de acionamento. O desalinhamento pode gerar desgaste prematuro da correia, vibração excessiva e perda de eficiência.

Condensador: O condensador deve ser instalado em local ventilado, preferencialmente à frente do radiador da máquina, garantindo a dissipação eficiente do calor. Deve-se prever proteções contra detritos e partículas sólidas, evitando obstruções que prejudiquem o fluxo de ar. A fixação deve ser estável, com amortecimento de vibração se possível.

Evaporador: O evaporador é geralmente instalado dentro da cabine, em posição que favoreça a distribuição uniforme do ar resfriado. Em cabines que não possuem dutos de ventilação integrados, o ideal é instalar unidades com ventiladores acoplados. A fixação deve garantir vedação térmica e mecânica adequada, bem como fácil acesso para manutenção de filtros.

Suportes e isolamentos: Todos os componentes devem ser fixados com suportes que suportem vibração, trepidação e temperaturas variáveis. Devem ser utilizados materiais resistentes à corrosão e ao desgaste mecânico. É recomendável o uso de elementos antivibração e isolamento térmico nas áreas de contato entre componentes e estrutura metálica da máquina.

3. Conexão das Tubulações e Elétrica

3.1 Conexão das Tubulações

As tubulações de um sistema de ar condicionado fazem a interligação entre os componentes principais por onde circula o fluido refrigerante. É imprescindível que essas tubulações sejam de material compatível (geralmente cobre ou alumínio) e projetadas para suportar pressões elevadas.

Antes de qualquer conexão, deve-se garantir que todas as linhas estejam limpas, secas e isentas de contaminantes. As conexões devem ser feitas com uso de ferramentas apropriadas, como alargadores e flanges, e o torque correto deve ser respeitado para evitar vazamentos.

É essencial também o uso de isolantes térmicos em linhas de baixa pressão (do evaporador ao compressor), reduzindo perdas térmicas e a formação de condensação excessiva.

Após a montagem, o sistema deve ser submetido a teste de pressão com nitrogênio seco para verificar a existência de vazamentos. Caso esteja estanque, realiza-se o vácuo com bomba apropriada para eliminar umidade e gases residuais antes da carga de fluido refrigerante.

3.2 Conexão Elétrica

A parte elétrica do sistema inclui o acionamento do compressor, ventiladores do condensador e evaporador, sensores de temperatura, pressostatos e o painel de controle na cabine. As conexões elétricas devem ser feitas com fios adequados para corrente contínua e dimensionados para a carga elétrica prevista. Recomenda-se o uso de chicotes com proteção contra abrasão, calor e interferência eletromagnética.

Todos os componentes devem estar devidamente aterrados, e os fusíveis ou disjuntores apropriados devem ser instalados para proteção contra sobrecorrente. Interruptores e relés também devem ser montados conforme o esquema fornecido pelo fabricante do sistema.

A fiação deve ser organizada de maneira que não interfira nos mecanismos móveis da cabine ou da máquina. Conexões emendas improvisadas devem ser evitadas, utilizando-se conectores adequados e estanques à prova de poeira e umidade.

Considerações Finais

A instalação correta de um sistema de ar condicionado em máquinas agrícolas é fundamental não apenas para o conforto térmico do operador, mas também para sua saúde e produtividade. Um ambiente interno climatizado reduz a fadiga, melhora a concentração e minimiza os riscos de acidentes. Além disso, sistemas bem instalados e mantidos adequadamente apresentam maior durabilidade e eficiência energética.

A adoção de boas práticas durante a instalação, como limpeza, alinhamento e testes de estanqueidade, evita falhas prematuras, vazamentos e danos aos componentes. O acompanhamento técnico por profissionais qualificados, bem como o uso de equipamentos e materiais certificados, contribui para o sucesso da instalação.

Referências Bibliográficas

- **ABNT. NBR 16069: Sistemas de ar-condicionado - Instalação em veículos automotores.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012.
- **ALMEIDA, A. T. de; GOMES, M. R. T. Refrigeração e Climatização Básica.** São Paulo: Érica, 2014.
- **CARRIER. Manual de Aplicações de Ar Condicionado.** Carrier do Brasil, 2017.
- **FERNANDES, A. T. Refrigeração e Ar Condicionado: Teoria e Prática.** 2. ed. São Paulo: Érica, 2019.
- **RIBEIRO, R. A.; MACEDO, J. R. de. Instalação de Ar Condicionado em Veículos Agrícolas.** Revista Máquinas e Motores, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 34-40, 2020.

Manutenção Preventiva de Sistemas de Ar Condicionado

Introdução

A manutenção preventiva é uma prática essencial para garantir o bom funcionamento, a eficiência e a durabilidade dos sistemas de ar condicionado, especialmente quando aplicados em ambientes exigentes como os das máquinas agrícolas. Esses sistemas estão sujeitos a condições severas de trabalho, como poeira, vibração, variações térmicas e uso intensivo. A negligência na manutenção pode levar à perda de desempenho, aumento do consumo de combustível, falhas no sistema e até paradas operacionais não programadas (SOUZA, 2016).

A manutenção preventiva consiste em um conjunto de ações sistemáticas realizadas periodicamente para antecipar falhas, preservar a integridade dos componentes e assegurar a qualidade do ar no interior da cabine. Neste contexto, destacam-se três práticas fundamentais: inspeção visual e testes básicos, limpeza de filtros e evaporadores, e verificação do fluido refrigerante.

Inspeção Visual e Testes Básicos

A inspeção visual é uma das formas mais simples e eficazes de identificar problemas iniciais nos sistemas de ar condicionado. Deve ser realizada com o equipamento desligado e, preferencialmente, com o sistema limpo para facilitar a observação de anomalias.

Durante essa inspeção, é importante verificar a integridade das correias do compressor, o estado das conexões e tubulações, a presença de vazamentos de óleo ou fluido refrigerante, acúmulo de sujeira nas entradas de ar, e a fixação de suportes e componentes. Também é recomendável observar sinais de desgaste, oxidação e rachaduras em componentes plásticos e metálicos (OLIVEIRA et al., 2020).

Após a inspeção visual, podem ser realizados testes básicos com o sistema em funcionamento, como a medição da temperatura do ar insuflado, ruídos anormais durante a operação, oscilação na rotação do compressor e pressão de funcionamento, com o auxílio de manômetros específicos. Essas medições ajudam a identificar falhas de compressão, entupimentos ou baixa eficiência térmica.

Limpeza de Filtros e Evaporadores

A limpeza de componentes como filtros e evaporadores é essencial para manter a qualidade do ar e a eficiência do sistema. Os filtros de cabine, geralmente localizados antes da entrada do ar no evaporador, retêm partículas de poeira, pólen e outras impurezas presentes no ambiente externo. Quando sujos ou obstruídos, comprometem a circulação de ar e sobrecarregam o sistema, reduzindo sua eficiência e aumentando o consumo de energia (ASHRAE, 2017).

A recomendação é que os filtros sejam limpos periodicamente com ar comprimido seco e substituídos sempre que apresentarem sinais de desgaste ou impregnação de sujeira. Em ambientes agrícolas, onde há grande concentração de material particulado, a frequência de manutenção deve ser maior que a de veículos de uso urbano.

O evaporador, por sua vez, é responsável pela troca térmica que resfria o ar que será enviado à cabine. O acúmulo de poeira e umidade nesse componente pode formar uma camada isolante que dificulta a transferência de calor e favorece o crescimento de fungos e bactérias. A limpeza deve ser feita com produtos específicos, aplicados de maneira a não danificar as aletas de alumínio ou o isolamento térmico.

Verificação do Fluido Refrigerante

O fluido refrigerante é o meio responsável pela transferência de calor no sistema de ar condicionado. Sua quantidade, pureza e pressão de operação são fatores críticos para o desempenho do ciclo de refrigeração. Com o tempo e o uso constante, podem ocorrer pequenos vazamentos que resultam na perda do fluido, além da possível contaminação com umidade ou ar, o que compromete sua eficiência (PITANGA, 2019).

A verificação do fluido deve ser feita por meio de instrumentos específicos, como manômetros, balanças e detectores de vazamento. Em caso de deficiência, deve-se fazer a recarga utilizando o tipo correto de gás especificado pelo fabricante do equipamento. A substituição ou complementação deve sempre ser acompanhada por um processo de vácuo e purga do sistema, para evitar a presença de contaminantes.

Além da quantidade, é fundamental monitorar a pressão de operação durante o funcionamento, o que permite diagnosticar falhas como entupimentos, excesso ou deficiência de carga. Em máquinas agrícolas, a vibração e os impactos constantes tornam essencial a revisão periódica dos pontos de vedação e conexões.

Considerações Finais

A manutenção preventiva em sistemas de ar condicionado de máquinas agrícolas é uma prática fundamental para garantir o conforto térmico do operador, preservar a eficiência energética do equipamento e evitar falhas prematuras. A inspeção visual e os testes operacionais simples permitem identificar indícios de falha antes que comprometam o sistema. A limpeza regular de filtros e evaporadores assegura um ambiente interno saudável e eficiente. Já a verificação do fluido refrigerante garante a continuidade do ciclo de refrigeração com eficiência máxima.

Quando executadas de forma sistemática e com pessoal capacitado, essas ações reduzem significativamente os custos com manutenção corretiva e aumentam a vida útil dos componentes. Em um ambiente de produção agrícola, onde o tempo é um fator crítico, a confiabilidade operacional proporcionada pela manutenção preventiva se traduz em ganhos diretos de produtividade e segurança.

Referências Bibliográficas

- ASHRAE. *ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2017.
- OLIVEIRA, D. J.; SILVA, F. L.; MOREIRA, J. M. *Manutenção de Sistemas de Ar Condicionado Veiculares*. São Paulo: Érica, 2020.
- PITANGA, M. J. *Fundamentos de Refrigeração e Ar Condicionado*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- SOUZA, A. R. *Ar Condicionado: Instalação, Manutenção e Projeto*. 3. ed. São Paulo: Érica, 2016.

Diagnóstico de Problemas Comuns em Sistemas de Ar Condicionado

Introdução

Sistemas de ar condicionado, especialmente aqueles utilizados em aplicações severas como máquinas agrícolas, estão sujeitos a diversas falhas operacionais ao longo do tempo. Entre os problemas mais recorrentes, destacam-se os **vazamentos de fluido refrigerante** e as **falhas no compressor**, que comprometem diretamente o desempenho e a eficiência do sistema. A identificação precoce desses defeitos é fundamental para evitar paradas inesperadas, prolongar a vida útil dos componentes e reduzir custos com manutenção corretiva.

Este texto aborda os fundamentos técnicos para diagnosticar essas falhas de maneira eficaz, apresentando métodos de verificação, causas prováveis e procedimentos recomendados para correção.

Vazamentos de Fluido Refrigerante

Causas Comuns

Vazamentos de fluido refrigerante são uma das falhas mais frequentes em sistemas de ar condicionado. Podem ocorrer por diversos motivos, entre os quais se destacam:

- Vibrações excessivas que afrouxam conexões mecânicas;
- Corrosão de tubulações metálicas;
- Danos físicos causados por impactos;

- Envelhecimento de juntas e anéis de vedação;
- Erros durante processos de manutenção ou instalação.

A presença de vazamentos reduz a quantidade de fluido no sistema, o que prejudica diretamente o ciclo de refrigeração e pode levar à falha completa do equipamento.

Métodos de Detecção

Os métodos mais comuns para detectar vazamentos incluem:

- 1. Inspeção visual:** observação de óleo acumulado nas conexões ou mangueiras, que pode indicar a presença de vazamento.
- 2. Detecção com espuma de sabão:** aplicação da solução nas áreas suspeitas e observação de formação de bolhas.
- 3. Detecção eletrônica:** utilização de sensores específicos para fluido refrigerante.
- 4. Teste com gás traçador (nitrogênio ou hidrogênio):** utilizado em casos mais complexos, exige equipamento específico e conhecimento técnico.

Uma vez detectado o vazamento, é essencial reparar a falha com componentes adequados, seguir os procedimentos corretos de soldagem (quando aplicável) e realizar nova carga de fluido com a quantidade correta, conforme especificação do fabricante.

Falhas no Compressor

Função do Compressor

O compressor é o coração do sistema de ar condicionado. Sua principal função é comprimir o fluido refrigerante em estado gasoso e aumentar sua pressão e temperatura, permitindo a troca de calor com o ambiente no condensador. A falha do compressor compromete completamente o funcionamento do sistema.

Sintomas de Falha

Alguns sintomas clássicos de problemas no compressor incluem:

- Ruído excessivo ou anormal durante o funcionamento;
- Sistema de ar condicionado que não resfria;
- Disjuntores ou fusíveis queimando frequentemente;
- Presença de partículas metálicas no fluido refrigerante (indicando desgaste interno).

Causas Comuns

Entre as principais causas de falhas no compressor, podemos citar:

- Funcionamento com baixa carga de fluido refrigerante (causando superaquecimento);
- Lubrificação inadequada;
- Sujeira no sistema, que pode bloquear válvulas internas;
- Sobretensão elétrica ou falhas no relé de partida;
- Vida útil atingida ou fabricação defeituosa.

Diagnóstico e Testes

Para confirmar uma falha no compressor, podem ser realizados os seguintes testes:

- 1. Verificação de resistência elétrica dos enrolamentos (em compressores elétricos);**
- 2. Medição da pressão de sucção e descarga com manômetros específicos;**
- 3. Testes de continuidade e isolamento com multímetro;**
- 4. Inspeção visual de válvulas internas e componentes mecânicos (em casos de desmontagem).**

Em muitos casos, a falha do compressor exige substituição completa do componente, além da limpeza do sistema com flushing químico e troca do filtro secador, evitando que contaminantes circulem no novo compressor.



Procedimentos Corretivos e Preventivos

A detecção e correção eficazes de vazamentos e falhas no compressor requerem:

- Utilização de ferramentas adequadas (detector de vazamento, manômetros, bomba de vácuo, entre outros);
- Técnicas de brasagem e vedação de qualidade;
- Carga precisa de fluido refrigerante e óleo lubrificante;
- Acompanhamento de pressões de operação e temperatura do sistema;
- Manutenção preventiva regular, que inclui inspeções, testes funcionais e limpeza de componentes.

Em máquinas agrícolas, onde o ambiente é mais agressivo, essas medidas devem ser ainda mais rigorosas para evitar falhas críticas no campo.

Considerações Finais

O diagnóstico adequado de problemas comuns como vazamentos de refrigerante e falhas no compressor é essencial para garantir o bom desempenho e a durabilidade dos sistemas de ar condicionado, especialmente em aplicações exigentes como as agrícolas. Profissionais capacitados, aliando conhecimento técnico e prática em campo, são fundamentais para manter a confiabilidade dos sistemas e minimizar o tempo de inatividade das máquinas.



Referências Bibliográficas

- BRAGA, S. L.; SOUZA, H. F. *Refrigeração e Ar Condicionado*. 5. ed. São Paulo: Érica, 2020.
- STOECKER, W. F.; JONES, J. W. *Refrigeração e Ar Condicionado*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1985.
- ASHRAE. *HVAC Systems and Equipment Handbook*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2016.
- CARRIER. *Manual Técnico de Sistemas de Ar Condicionado*. São Paulo: Carrier do Brasil, 2019.
- SILVA, M. A. da. *Ar Condicionado Automotivo*. São Paulo: SENAI-SP, 2018.
- JOHNSON CONTROLS. *Technical Guide: Troubleshooting HVAC Systems*. Milwaukee, WI: Johnson Controls, 2017.

Problemas de Fluxo de Ar em Sistemas de Ar Condicionado

Introdução

O desempenho de um sistema de ar condicionado depende não apenas da integridade do circuito de refrigeração, mas também da eficiência do **fluxo de ar** que passa pelos seus componentes, especialmente o evaporador e o condensador. O fluxo de ar é responsável pela troca térmica entre o fluido refrigerante e o ambiente. Quando há obstruções, vazamentos ou falhas mecânicas que interferem nessa circulação, todo o sistema é afetado, podendo causar desde desconforto térmico até falhas operacionais graves.

Problemas de fluxo de ar são particularmente relevantes em ambientes severos, como os encontrados em máquinas agrícolas, onde poeira, vibração, resíduos vegetais e agentes contaminantes afetam diretamente a ventilação adequada dos sistemas. Este texto explora as causas mais comuns de obstrução ou restrição do fluxo de ar e seus impactos no funcionamento do sistema de climatização.

1. Conceito de Fluxo de Ar no Ar Condicionado

O fluxo de ar em um sistema de ar condicionado é o movimento do ar através do evaporador (no interior do habitáculo ou cabine) e do condensador (geralmente no exterior), facilitado por ventiladores ou turbinas. O objetivo é permitir a troca de calor entre o ar e o fluido refrigerante. No evaporador, o ar quente do ambiente interno cede calor ao fluido refrigerante, que evapora e resfria o ar. No condensador, o fluido refrigerante quente cede calor ao ar externo e se condensa.

A correta distribuição e velocidade desse fluxo são essenciais para a eficiência do sistema. Alterações no fluxo podem levar ao superaquecimento, congelamento do evaporador, aumento do consumo energético e redução da vida útil dos componentes (Silva, 2013).

2. Causas Comuns de Problemas de Fluxo de Ar

2.1. Filtros de Ar Obstruídos

Uma das causas mais frequentes de restrição ao fluxo de ar é a obstrução dos filtros de cabine. Com o tempo, eles acumulam poeira, partículas e detritos, especialmente em ambientes rurais e industriais. Isso reduz a passagem de ar para o evaporador, provocando resfriamento insuficiente, congelamento das aletas e aumento da umidade no habitáculo (Gomes & Almeida, 2021).

A manutenção preventiva periódica, com limpeza ou substituição dos filtros, é essencial para evitar esse tipo de falha.

2.2. Evaporador Sujo ou Congelado

Quando o evaporador está coberto por sujeira, poeira ou umidade condensada que se transforma em gelo, a passagem do ar pelo componente torna-se ineficiente. Isso compromete a troca térmica, provoca superaquecimento do compressor e reduz o resfriamento do ar.

O congelamento pode ocorrer por excesso de umidade, baixa carga de fluido refrigerante ou falha na válvula de expansão. Em todos os casos, o fluxo de ar será prejudicado (Pita, 2011).

2.3. Condensador com Resíduos ou Danos

No caso do condensador, que geralmente está exposto ao ambiente externo da máquina agrícola, o acúmulo de folhas, barro, insetos ou poeira compactada reduz a dissipação de calor do fluido refrigerante.

Isso leva ao aumento da pressão de descarga do compressor e menor eficiência do sistema.

Além disso, danos físicos às aletas (como amassamentos) podem restringir a passagem do ar, exigindo substituição ou realinhamento do componente.

2.4. Ventiladores com Desempenho Reduzido

Falhas nos motores dos ventiladores, desgaste das pás, acúmulo de sujeira ou problemas elétricos podem reduzir drasticamente a vazão de ar. Tanto o ventilador interno (do evaporador) quanto o externo (do condensador) são vitais para o fluxo contínuo de ar.

Em máquinas agrícolas, o desgaste prematuro é comum devido à vibração e à presença de partículas sólidas em suspensão. Testes periódicos de rotação e fluxo ajudam a identificar falhas nesses componentes (ASHRAE, 2017).

2.5. Dutos de Ar Obstruídos ou Danificados

Dutos internos danificados, mal instalados ou com objetos obstruindo a passagem do ar também são causas importantes de problemas de ventilação. Podem ocorrer dobras, rachaduras ou colapsos por impacto em máquinas agrícolas, especialmente em cabines que operam em terrenos acidentados.

Verificações visuais e testes de pressão de ar nos dutos são úteis para identificar essas falhas.

3. Sintomas de Problemas no Fluxo de Ar

Os principais sintomas de restrição ao fluxo de ar em sistemas de ar condicionado incluem:

- Redução perceptível na intensidade do ar que sai pelas saídas de ventilação;

- Ar-condicionado ligado, mas o ambiente não esfria adequadamente;
- Presença de mau cheiro, indicando sujeira ou umidade nos dutos;
- Congelamento do evaporador com formação de gelo visível;
- Ruídos incomuns nos ventiladores;
- Acúmulo de umidade no interior da cabine.

É fundamental que esses sinais sejam detectados e tratados de forma preventiva, evitando falhas maiores no sistema.

4. Procedimentos de Diagnóstico

O diagnóstico de falhas no fluxo de ar deve seguir uma sequência lógica:

1. **Inspecção visual dos filtros, evaporador e condensador** quanto à presença de sujeira, obstruções ou danos físicos.
2. **Verificação da vazão de ar** nas saídas internas utilizando anemômetros ou medidores portáteis.
3. **Avaliação dos ventiladores:** testes de funcionamento elétrico, rotação e integridade das pás.
4. **Inspecção dos dutos de ar**, em busca de rachaduras, dobras ou elementos obstrutivos.
5. **Análise de temperatura** do ar de entrada e saída, para verificar a eficiência da troca térmica.

5. Soluções e Boas Práticas

Para garantir um fluxo de ar adequado e constante em sistemas de ar condicionado, recomenda-se:

- Substituição periódica dos filtros de ar (a cada 200 a 300 horas de uso em ambientes agrícolas, ou conforme o fabricante);
- Limpeza regular dos evaporadores e condensadores com ar comprimido ou soluções específicas;
- Inspeção visual dos dutos e da integridade estrutural da cabine;
- Testes funcionais nos ventiladores elétricos, incluindo motores e relés;
- Treinamento de operadores para identificar sintomas iniciais de falha.

A combinação de manutenção preventiva, atenção ao ambiente de operação e diagnósticos periódicos reduz significativamente as falhas relacionadas ao fluxo de ar.

Conclusão

Problemas de fluxo de ar em sistemas de ar condicionado, embora muitas vezes subestimados, estão entre as causas mais comuns de perda de eficiência e falhas operacionais. Em máquinas agrícolas, onde o ambiente de trabalho é severo, a atenção redobrada aos filtros, ventiladores e componentes expostos é indispensável. A manutenção preventiva, aliada ao diagnóstico precoce, garante não apenas conforto térmico ao operador, mas também a longevidade do sistema como um todo.

Referências Bibliográficas

- ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2017.
- PITA, Edward G. *Sistema de Ar Condicionado*. 6. ed. São Paulo: LTC, 2011.
- SILVA, Carlos Alberto R. *Refrigeração e Climatização Básica*. 2. ed. São Paulo: Érica, 2013.
- GOMES, Rodrigo; ALMEIDA, Flávio. *Manutenção de Sistemas de Climatização Veicular*. 1. ed. Rio de Janeiro: SENAI, 2021.
- GARCIA, Luiz Henrique. *Ar Condicionado Automotivo*. São Paulo: Érica, 2019.

