

Importância da Manutenção Preventiva em Ar-condicionado

MICHAEL GOMES DA SILVA SANTOS
ANA CLÁUDIA

RESUMO

Este estudo tem como objetivo entender que a manutenção preventiva tem grande importância na redução de falhas nos ar-condicionado, sabendo que os frequentes problemas são: vazamento, dificuldades de refrigeração, ou mau cheiro. Um ar-condicionado em bom funcionamento ajuda a manter o ambiente fresco, mas também evita que bactérias, poeira e mofo e se acumulem no aparelho pois um aparelho devidamente mantido não só mantém o ambiente fresco, mas evita problemas com a qualidade do ar. Com revisão de literatura de trabalhos científicos e acadêmicos disponíveis nos últimos dez anos, um breve contexto histórico do surgimento dos sistemas de refrigeração e climatização. O resultado dessa pesquisa apresenta a compreensão da importância desse método de manutenção, apresentando como funciona o sistema, correlacionando a falta da manutenção ao consumo de energia e tratando as normas e legislações correlacionadas a manutenção preventiva. Traz o conhecimento e faz olhar para grande relevância que tem a prática de um sistema de manutenção atual seja ele aplicado em qualquer seguimento.

Palavras-chave: Palavra 1: História do ar-condicionado, Palavra 2: Manutenção preventiva, Palavra 3: Consumo de energia, Palavra 4: Lei e normas.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, o uso de novas tecnologias vem sendo desenvolvido e aprimorado com impacto positivo na sociedade. Em consequência, houve a necessidade de aperfeiçoamento dos processos de manutenção. Porque não só passam a integrar o processo de produção e tornam-se componentes críticos, mas porque o processo de fabricação se torna mais complexo e requer técnicas mais sofisticadas. Devido a necessidade de buscar cada vez mais inovação as máquinas e equipamentos precisam e devem estar sempre acompanhados a manutenção correta e eficaz com isso observa-se que ao fazer adequadamente e seguir por este caminho ajuda a prevenir todos os tipos de falhas.

Essa abordagem não só realiza reparos e mediações corretivas, mas evita ao

¹ Acadêmico(a) do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera Salvador.

² Orientador(a). Docente do curso de Engenharia Mecânica Faculdades Anhanguera

máximo. Em diversas áreas, tais serviços são necessários para garantir a operação, confiabilidade e segurança dos equipamentos inclusive no sistema de ar-condicionado, seja ele em um ambiente residencial ou empresarial, como entender que é possível reduzir o risco de certas falhas e eliminar defeitos que podem se tornar problemas maiores no futuro?

Este trabalho tem como motivação mostrar e esclarecer a manutenção preventiva nos sistemas de ar-condicionado através da sua importância, evidenciando que falta da manutenção gera esforços maiores para unidades de ar-condicionado, mostrando como funciona o sistema. A manutenção preventiva de aparelhos de ar-condicionado inclui ajustes projetados para proteger o equipamento. Este tipo de manutenção pode prevenir alguns problemas dos quais são quando sua falha pode causar maior consumo de energia, gerar uma má qualidade do ar, ruídos e congelamento de componentes internos, seja em ambiente residencial ou corporativo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente estudo foi constituído pela revisão de literatura de trabalhos científicos e acadêmicos disponíveis nos últimos dez anos, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos escolhido pelas bases de dados como livros, sites de banco de dados, sites de pesquisa acadêmica.

Base 1 o estudo apresentará um breve contexto histórico do surgimento dos sistemas de refrigeração e climatização para a compreensão da importância desse sistema. As palavras-chave utilizadas na busca serão: Palavra 1: história do ar-condicionado, Palavra 2: Invenção do ar-condicionado, Palavra 3: linha do tempo história do ar-condicionado.

Base 2 apresentará a manutenção e tipo que melhor se encaixa no momento atual e como a falta dela afetará o funcionamento do sistema e irá gerar um consumo maior de energia. As palavras-chave utilizadas na busca serão: Palavra 1: Funcionamento do sistema de ar-condicionado, Palavra 2: funcionamentos do sistema de climatização e refrigeração, Palavra 3: como funciona o ar-condicionado, Palavra

4: consumo de energia ar-condicionado, Palavra 5: redução do consumo de energia com a manutenção em ar-condicionado, Palavra 6: uso eficiente do ar-condicionado no controle de consumo de energia.

Base 3 discorrerá sobre a lei sancionada e norma regulamentadora para a manutenção dos sistemas de ar-condicionado. As palavras-chave utilizadas na busca serão: Palavra: 1 lei da manutenção de ar-condicionado, Palavra 2: norma regulamentadora de ar-condicionado, Palavra 3: Nr 32.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Origem do Ar-condicionado

Os ar-condicionado são dispositivos projetados para climatizar o ar de um espaço fechado, mantendo sua temperatura e umidade sob controle, mantendo o ambiente em uma temperatura agradável, resultando em sensação de conforto térmico segundo Hélio Creder (2004).

O ar-condicionado conta com um sistema interno capaz de transformar o ar quente do ambiente externo em ar frio usando gás refrigerante – normalmente, são usados gases R-22 ou R-410a. O aparelho suga o ar do ambiente e o conduz por um evaporador, onde o ar entra em contato com o gás refrigerante em estado líquido. Com isso, o ar-condicionado resfria o ar quente do ambiente e o devolve numa temperatura mais amena. (FACILITACONSUL, 2022)

O ar ambiente é aspirado pelo ventilador e passa pelo evaporador passando em volta de uma serpentina cheia de substâncias de resfriamento. Em contato com a serpentina gelada, o ar esfria e retorna ao ambiente. Ao absorver o calor do ar a substância muda de estado dentro da serpentina e virá gás. Em seguida, ele entra em um compressor elétrico, onde é comprimido sob alta pressão até se tornar um gás quente. O gás entra em outra serpentina fora da unidade, chamada de condensador. Mais quente que o ambiente externo, a substância esfriará um pouco. Desta forma, torna-se líquido novamente. Outro ventilador sopra o ar quente restante para a rua. A substância (em estado líquido devido à alta pressão) entra em uma válvula de

expansão, um orifício onde o líquido perde pressão rapidamente e esfria, permanecendo em estado líquido. A partir daí, o ciclo recomeça. (COSTA, 2016)

Com isso, para entender a importância do ar-condicionado e da refrigeração, é preciso ver como surgiu a ideia. As pessoas há muito procuram maneiras de mitigar os efeitos do calor. Invenções mais antigas, como ventiladores e até mesmo o uso de cubos de gelo, eram meios utilizados para reduzir a temperatura ambiente.

Invenção de um processo mecânico para condicionar o ar, em 1902, pelo engenheiro Willis Carrier, trouxe a realidade o desejado controle climático interno. Naquele período, a tecnologia começou com um problema que uma empresa de Nova York estava enfrentando. Quando imprimia em papel, o clima quente do verão e a alta umidade fazia o papel absorver essa umidade, resultando em impressões borradas e fora de foco. (ARAUJO,2011)

Processo criado por ele para resfriar o ar circulando-o através de dutos de resfriamento artificiais, o que também reduz a umidade do ar. Foi o primeiro ar-condicionado de processo mecânico contínuo da história. Com base nessa experiência, o sistema é adotado por muitas indústrias em diferentes ramos, como farmacêutico, papel, têxtil, tabaco e alguns estabelecimentos comerciais. (ARAUJO,2011)

Em 1914, Carrier desenvolveu um eletrodoméstico maior e mais simples do que os condicionadores de ar atuais, e projetou o primeiro ar-condicionado para uso em um hospital, projetado para aumentar a umidade em um berçário (para bebês prematuros) em Allegheny Hospital de Pittsburg. Os aparelhos de ar-condicionado tornaram-se populares nos Estados Unidos a partir da década de 1920 e foram colocados em vários edifícios públicos. E muito útil para a indústria cinematográfica, os cinemas estavam vazios por causa do clima muito quente do verão nos Estados Unidos antes da instalação do ar-condicionado. (COSTA, 2016)

Em 1930, Willis Carrier desenvolveu um sistema de condicionadores de ar com economia de espaço comparados a outros encontrados na época que distribuía o ar em alta velocidade para arranha-céus. A distribuição do ar em alta velocidade por meio de dutos "Weathermaster", de 1939, economizava mais espaço do que os sistemas utilizados na época. A produção em massa dos exemplares residenciais

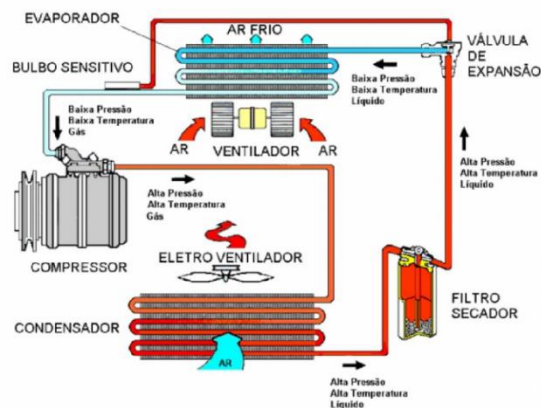
começou em meados de 1950, ano do falecimento Willis Carrier. A procura foi grande, acabando com os estoques em duas semanas. (ARAUJO,2011)

Na próxima década, estes itens não eram, mas novidade. Daí em diante um mercado de proporção global tem um start em constante expansão, com lugar para o desenvolvimento tecnológico e produtos novos até os dias atuais.

2.2.2 Função dos Sistemas de Ar-condicionado

Para entender a função do sistema e cada componente a Figura abaixo vai trazer sua representação e dos seus componentes.

Figura 1 ciclo básico de refrigeração



Fonte: WEBARCONDICIONADO-2018

Segundo Araújo (2011), o ciclo é composto por cinco componentes em conjunto trabalham para transmitir energia térmica de um cômodo para outro como na Figura 1. O ciclo de refrigeração por compressão a vapor utilizado nos sistemas de ar-condicionado conte cinco itens principais:

- 1) Compressor;
- 2) Condensador;
- 3) Dispositivo de expansão;
- 4) Evaporador;
- 5) Fluido refrigerante.

A compressão do fluido no estado de vapor é feita pela compressor, elevando a temperatura e pressão e ser recebido pelo condensador. A condensação do fluido ocorre no condensador, o calor do evaporador e da compressão é liberado para o meio ambiente, depois volta ao estado líquido a alta pressão. O fluido refrigerante ainda na forma líquida passa pelo evaporador através do dispositivo de expansão que

abaixa a pressão para facilitar o absorvimento do calor no ambiente condicionado. O ventilador faz a circulação de ar, fazendo o ar a ser refrigerado atravessar os tubos e serpentinas de forma perpendicular. A troca de calor é feita por condução. O fluido evapora e é sugado pelo compressor e comprimido de volta pelo compressor, por causa da absorção de calor. (COSTA, 2016)

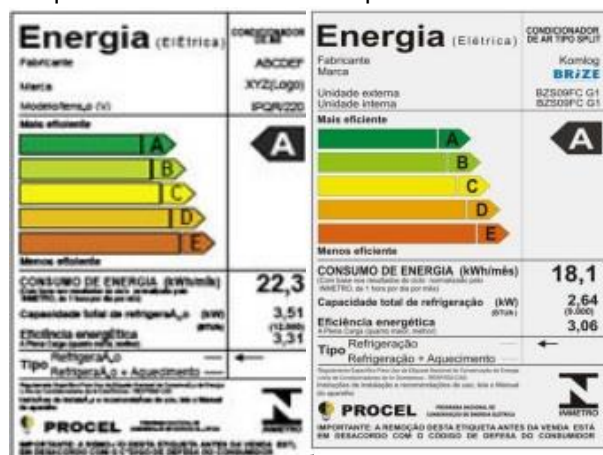
Ao investir em sistemas eficientes, deseja a melhor relação custo/benefício para garantir qualidade, desempenho, confiabilidade e eficiência energética. Essa eficiência pode vir de ações como modernização de equipamentos ou melhoria de processos para redução do consumo de energia, devendo ser otimizada desde a geração de energia até o uso da energia pelo usuário final. (DE SOUZA, 2010)

Em 1993 foi desenvolvido pelo PROCEL, o Programa Selo PROCEL de Economia de Energia - PSP -, um programa voluntário com os objetivos de orientar os consumidores e estimular a fabricação e comercialização de produtos mais eficientes no país. Em 1995, já apareciam no mercado brasileiro os primeiros produtos com o Selo PROCEL: os refrigeradores de uma porta, de duas portas ou combinados e freezer vertical (CARDOSO, 2008).

A eficiência energética em equipamentos elétricos, como ar-condicionado, vem sendo promovida no Brasil por instrumentos de gestão energética desde a década de 80 com a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica PROCEL. (PENA, 2002)

No Brasil, para os equipamentos elétricos, como os condicionadores de ar, adquirem a Etiqueta de Eficiência Energética - ENCE, conforme a Figura 2. Concedida pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE, ou o Selo PROCEL, concedido pelo PROCEL, esses equipamentos devem atingir os índices de eficiência energética especificados (PENA, 2002).

Figura 2 Etiquetas Selo PROCEL de Aparelhos de Ar-Condicionado



Fonte: PROCEL-2007

“O peso que o ar-condicionado terá na conta de luz depende das características do equipamento, dos hábitos de uso e da rotina de manutenção”, Diego Munhoz gerente de Gestão da Inovação e coordenador do Programa de Eficiência Energética da Copel (GOVERNO DE ESTADO DO PARÁ, 2021).

2.2.3 A Manutenção e Leis Vigentes

Tipo importante de manutenção em qualquer empresa, a manutenção preventiva é realizada periodicamente. Ela envolve algumas tarefas sistemáticas, com intervalos bem definidos, sendo essas reformas e trocas de peças. (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017)

A manutenção cuidadosa e regular dos equipamentos e instalações do prédio pode dar tranquilidade na execução dos serviços, aumentar a produtividade e impactar os custos. Os procedimentos de manutenção preventiva envolvem tempo prescrito e rotinas diárias, pois, além de melhorar a qualidade ambiental, a saúde do usuário e as condições seguras de trabalho, melhora a qualidade, a longevidade dos equipamentos e da rede e reduz o desperdício. (DUFRIO, 2017)

A manutenção preventiva apresenta como resultado uma diminuição na frequência de ocorrência de falhas, um aumento da disponibilidade dos equipamentos e uma diminuição das interrupções inesperadas da produção. (SOEIRO; OLIVIO; LUCATO, 2017)

Sem a manutenção adequada, os equipamentos podem consumir até 20% mais energia, pois as falhas reduzem sua eficiência. O ar-condicionado pode ser responsável por mais de 30% do consumo de energia elétrica em prédios comerciais e associado a padrões operacionais inadequados (sem manutenção adequada), pode ser uma grande fonte de desperdício (LOPES JUNIOR, 2013).

Na década de 60 a manutenção preventiva consistia em intervenções nos equipamentos feitas em intervalos fixos. O custo da manutenção também começou a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Este fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção que, hoje, são parte integrante da manutenção moderna. (KARDEC; NASCIF, 2013)

Os custos de manutenção correspondem à soma dos custos incorridos nas atividades diretas Manutenção e preservação de ativos ou unidades fabris, ou seja,

estão associadas a custos Mão de obra, materiais, ferramentas e aparelhos, materiais para reparos e serviços de terceiros, que podem ser divididos em três categorias: Custos diretos de manutenção, ou seja, Despesas incorridas para garantir o pleno funcionamento dos equipamentos e máquinas da empresa Produção, como custos de inspeções periódicas e eventual manutenção do sistema, Custos de reparo de avarias e ajuste de máquinas; custos indiretos de manutenção, custos associados a estruturas de gerenciamento e suporte administrativo; e custos de danos produção, que é derivada de perdas de produção, causadas diretamente por falhas equipamento, principalmente pela sua indisponibilidade. (KARDEC; NASCIF, 2013)

A manutenção dos sistemas de ar-condicionado é regulamentada e redigida por lei. Segundo a agência de notícias do Senado, a lei já está em vigor para novas instalações e para sistemas já instalados (ABRAVA). A lei deve seguir parâmetros da AVISA e da ABNT que tem uma norma NR 32 quando se trata de um sistema de ar-condicionado, a manutenção preventiva é necessária para manter a integridade e eficiência de todos os seus componentes, o que significa que eles devem estar em perfeito estado de funcionamento. “32.9.6 Os sistemas de climatização devem ser submetidos a procedimentos de manutenção preventiva e corretiva para preservação da integridade e eficiência de todos os seus componentes” (ABNT, 1998).

O presidente da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, Arnaldo Basile, declara que são inúmeras as doenças comprovadamente causadas pela má qualidade do ar, devido à manutenção inadequada dos sistemas de climatização. “Os proprietários e usuários de imóveis devem ter em mente que a boa manutenção planejada traz diversos benefícios para os empreendimentos, como redução de custos, substituição de equipamentos obsoletos no momento adequado, redução dos riscos de incêndios e acidentes pessoais e, fundamentalmente, melhor qualidade de vida” (ABRAVA).

Segundo transcreve Naked (2005), o controle inadequado da temperatura, a má qualidade do ar e a alta umidade relativa podem facilmente criar fungos e bactérias, resultando em um ambiente insalubre. Em 1982, a OMS (Organização Mundial da Saúde) definiu a SDE (Síndrome do Edifícios Doentes) como uma combinação de sintomas gerais que afetam diretamente os ocupantes de ambientes fechados devido aos crescentes danos à saúde humana, e foi denominada "Doença do ambiente interno" - D AI (Building Related Illness), são causadas por sintomas associados a poluentes de origem física, química e biológica. No artigo 5º da NR 32 o

a limpeza dos componentes do sistema como: serpentinas, ventiladores e dutos, bandeja é uma eficiente forma de evitar a proliferação ou aumento de agentes nocivos à saúde e boa qualidade do ar interno.

No estudo elaborado por Bruno Luiz Legramandi Vicente, José Luís Garcia Hermosilla, Flávia Motta Corvello, Ethel Cristina Chiari da Silva e Sanderson Cesar Macêdo Barbalho, intitulado Custos da manutenção: implementação e gestão da técnica de manutenção preventiva checklist e seus impactos, publicado no ano de 2021 no XLI Encontro nacional de engenharia de produção, os autores apresenta um estudo de caso onde demonstra a implantação e gestão da manutenção e benefícios realizados em uma pequena empresa de paisagismo. A empresa realizava manutenções corretivas em seus maquinários e optou pela manutenção preventiva devido aos altos custos e baixa disponibilidade das máquinas. O procedimento metodológico utilizado foi um estudo de caso de uma pequena empresa do ramo de serviços paisagísticos que utilizava tratores na execução de atividades. A implementação de técnicas de manutenção preventiva de lista de verificação em tratores por mais de 12 meses mostrou uma redução de 49% nos custos mensais de manutenção; reduziu o tempo de máquina parada de 16% para 5% e melhor proteção do equipamento. Os benefícios também incluem maior produtividade, melhores habilidades técnicas dos trabalhadores e melhor gerenciamento de manutenção.

No estudo de Gustavo Montes Naked intitulado "Manutenção como forma de prevenção de doenças em ambientes climatizados", publicado em 2005 na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, o autor apresenta um estudo de caso no qual recomendará o parâmetros quantitativos presentes na legislação são mantidos e definidos, enfatizando a importância das medidas preventivas como forma de reduzir ou eliminar os principais sintomas ou, em última instância, as doenças originadas em ambientes de temperatura controlada. Análise do ar ambiente, sensível o suficiente para detectar mudanças na qualidade do ar interno causadas pelos procedimentos de limpeza do sistema de ar-condicionado. Além disso, a coleta regular e a análise microbiológica da qualidade do ar permitem traçar o perfil e o histórico de contaminação em uma instalação. Como resultado, demonstraram que a prática de medidas de manutenção como a limpeza dos equipamentos pode reduzir significativamente o impacto dos poluentes presentes nos sistemas de ar-

condicionado, ou seja, existe uma forte correlação entre a qualidade do ar interior e os procedimentos de limpeza das superfícies fixas.

No estudo elaborado por Maurício Álison Stahnke, Fabiano de Lima Nunes e Carlos Frederico Viero, intitulado *Análise do uso da manutenção preventiva em ambientes educacionais: um estudo de caso*, publicado no ano de 2015 na Revista *espacios*, os autores apresentam um estudo de caso do uso da Manutenção Preventiva em um ambiente escolar. O problema investigado é referente aos benefícios do uso da manutenção preventiva neste ambiente. Parte-se do pressuposto de que através da manutenção preventiva, laboratórios e oficinas estarão em perfeitas condições de funcionamento, atendendo plenamente alunos e professores. Com isso, observa-se a importância da utilização da manutenção preventiva, além de vários aspectos positivos, como a redução do tempo de máquina parada e a criação de formas de prevenir falhas nos equipamentos. Esse fato aumenta a usabilidade dos equipamentos da oficina, o que contribui para um melhor aprendizado de quem os utiliza. Observações feitas no ambiente escolar do estudo de caso levaram a reconhecer a falta de um programa de manutenção preventiva, incluindo aspectos simples como organização de ferramentas, controle de retiradas e entregas, fato comum no setor. Apesar dos sistemas de controle de manutenção computadorizados, com etiquetas de máquina, os registros ainda são necessários para controlar os componentes críticos do equipamento.

No estudo elaborado por Leandro Cândido Prass e Fabiano de Lima Nunes, intitulado *Implantação da manutenção preventiva em um centro de usinagem cnc de uma indústria moveleira*, publicado no ano de 2019 no Centro Universitário SOCIEESC – UNISOCIEESC, os autores apresentam um estudo de caso onde contextualiza a manutenção de equipamentos de manufatura ao longo da história da indústria, assim como, a manutenção como diferencial para competitividade industrial, sugerindo a importância da implantação da manutenção preventiva como ferramenta de diferenciação competitiva e aumento da disponibilidade dos equipamentos. Aborda os principais conceitos de gerenciamento, estratégias de manutenção e o uso de métricas de manutenção. São coletados dados de equipamentos de usinagem na indústria moveleira, por meio dos logs dos equipamentos, é possível descrever o status, analisar indicadores de manutenção antes da melhoria e analisar a

implementação de novas estratégias de manutenção por meio da tecnologia de manutenção preventiva. Os resultados deste estudo propõem uma nova forma de manutenção para atender questões de interesse em ambientes de produção, mostrando-se uma estratégia que busca aumentar a disponibilidade e produtividade dos equipamentos. Os dados analisados após a implementação de uma estratégia de manutenção preventiva resultaram em um aumento de 14% no tempo médio de reparo (MTTR), um aumento de 64% no tempo médio entre falhas (MTBF) e um aumento de 3,22% no índice de disponibilidade.

3 CONCLUSÃO

A proposta desta pesquisa foi analisar a importância da manutenção para ar-condicionado salientando importância desse método de manutenção, apresentando como funciona o sistema de climatização, correlacionando a falta da manutenção ao consumo de energia e tratando as normas e legislações correlacionadas a manutenção preventiva.

A pesquisa apresentou manutenção preventiva e sua contribuição na redução de falhas e evita problemas com a qualidade do ar. Para o estudo, foram apresentadas leis que defendem e orienta o cuidado com esses sistemas e climatização e demonstrando os danos que pode gerar a saúde do indivíduo quando tais sistemas não tem o manuseamento correto e tratamento em relação as medidas de manutenção.

Com base em estudos elaborados por outros autores foi possível observar que a implementação desse sistema de manutenção contribuiu na redução de custos nas interrupções do funcionamento dos equipamentos abordados retificando que em diversas áreas, tais serviços são necessários para garantir a operação, confiabilidade e segurança dos equipamentos inclusive no sistema de ar-condicionado, seja ele em um ambiente residencial ou empresarial.

É importante ressaltar que a técnica de manutenção preventiva não garante a ocorrência de possíveis falhas, seu principal objetivo é realizar uma gestão de manutenção preventiva e eficaz para minimizar o número de ocorrências de correção, aplicando monitoramento periódico para garantir ao equipamento as condições

primordiais de funcionamento, indicando possíveis falhas e impedindo a utilização do equipamento sem as condições necessárias.

REFERÊNCIAS

ABRAVA, Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. *“Lei sobre a manutenção de ar-condicionado entra em vigor”*, 2018.

ARAUJO, Eliete de Pinho. **Apostila de ar-condicionado e exaustão**, 2011 Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS – Arquitetura e Urbanismo, 79 p, 2011. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/7455>. Acesso em: 16 abr. 2022

Barbalho, Sanderson Cesar Macêdo; Corvello, Flávia Motta; Hermosilla, José Luís Garcia; Silva, Ethel Cristina Chiari da; Vicente, Bruno Luiz Legramandi. **CUSTOS DA MANUTENÇÃO: Implementação e gestão da técnica de manutenção preventiva checklist e seus impactos**, 2021, XLI Encontro nacional de engenharia de produção, Foz do Iguaçu, Paraná, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sanderson-Barbalho/publication/355814375_CUSTOS-DA-MANUTENCAO-IMPLEMENTACAO-E-GESTAO-DA-TECNICA-DE-MANUTENCAO-PREVENTIVA-CHECKLIST-E-SEUS-IMPACTOS.pdf

BRASIL. Lei nº 13.589, de 04 de janeiro de 2018. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano CLV, n. 4, p. 1-58, 05 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 32** - segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-32.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

COSTA, Clécio. **Um estudo sobre adaptações para redução do consumo de energia elétrica em sistemas de ar-condicionado**. 2016. 103 f. Dissertação Mestrado – Faculdade Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/17925/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o_ClecioCosta_final2016_library3.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Entra em vigor lei que exige manutenção de sistemas de ar condicionado**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/530781-entra-em-vigor-lei-que-exige-manutencao-de-sistemas-de-ar-condicionado/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CREDER, H. **Instalações de ar condicionado**. 6. ed. [S.l.]: LTC, 2004.

CARDOSO, R.B., **Avaliação da Economia de Energia atribuída ao Programa Selo PROCEL em Freezers e Refrigeradores**, Dissertação de Mestrado Apresentada à Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Engenharia da Energia, Itajubá, 179 p, 2008.

DUFRIO. **Saiba por que realizar a manutenção preventiva do ar-condicionado é importante**. 2017 Disponível em: <https://www.dufrio.com.br/blog/dicas-de-instalacao/saiba-por-que-realizar-a-manutencao-preventiva-do-ar-condicionado-e-importante/>. Acesso em: 24 mar. 2022.

DE SOUZA, Edson Palhares. **Economia de energia em ar-condicionado no Brasil: Eficiência e economicidade**. 2010, 137 f. Dissertação Pós – Faculdade Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2010. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1451/dissertacao_0036194.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 16 abr. 2022.

FACILITACONSUL. **Saiba tudo sobre ar-condicionado**. Disponível em: <https://www.consul.com.br/facilita-consul/bem-pensado-para-voce/tudo-sobre-ar-condicionado>. Acesso em: 15 abr. 2022.

GOVERNO DE ESTADO DO PARANÁ. **Uso eficiente do ar-condicionado ajuda no controle da fatura de energia**. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Uso-eficiente-do-ar-condicionado-ajuda-no-controle-da-fatura-de-energia>. Acesso em: 16 abr. 2022.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. 440 p.

LOPES JUNIOR; Luiz Carlos. Diminuir para crescer. **Especial Sustentabilidade II**, São Paulo, nov. 2013. Disponível em: <https://www.revistainfra.com.br/portal/textos/?entrevistas/14232/Diminuir-para-crescer->. Acesso em: 16 abr. 2022

NAKED, Gustavo Montes. **A manutenção como forma de prevenção de doenças originárias em ambientes climatizados**. 2005. 95 f Dissertação Mestrado. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-13092021-131241/publico/MTR_1315_Naked_2005.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

PENA, M. S., **Sistemas de Ar Condicionado e Refrigeração**, PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 1ª edição/julho 2002.

PRASS, Leandro C.; NUNES, Fabiano Lima. **Implantação da manutenção preventiva em um centro de usinagem cnc de uma indústria moveleira**. 2019. Centro Universitário SOCIESC – UNISOCIESC, Joinville, Santa Catarina, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fabiano-Nunes/publication/337678967_Implantacao_da_manutencao_preventiva_em_um_centro_de_usinagem_cnc_de_uma_industria_moveleira/links/5de50dcfa6fdcc2837fd9f3f/.pdf

STAHNKE, Maurício Állison; DE LIMA NUNES, Fabiano; VIERO, Carlos Frederico. **Análise do uso da manutenção preventiva em ambientes educacionais: um estudo de caso**. Revista ESPACIOS| Vol. 36 (Nº 18) Ano 2015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n18/15361814.html#conclus>

SOEIRO, Marcus Vinicius de Abreu; OLIVO, Amauri; LUCATO, André Vicente Ricco. **Gestão da Manutenção**, Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.

WEBARCONDICIONADO. **Qual a importância da troca de calor para o sistema de climatização?** 2018 Disponível em: <https://www.webarcondicionado.com.br/qual-a-importancia-da-troca-de-calor-para-o-sistema-de-climatizacao>. Acesso em: 16 abr. 2022

