

ANÁLISE NA ADAPTAÇÃO DE MECANISMO PARA RECOLHER O GÁS REFRIGERANTE DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO DO TIPO SPLIT: UMA PROPOSTA PARA AMBIENTES COM RISCO DE TRABALHOS EM ALTURA

ALENCAR, Daniel Pinto¹
SOUZA, Elkisson Furtado de²
CAMPOS, Paola Souto(Orientadora)³

RESUMO

Este artigo apresenta a aplicação de um mecanismo que tem o objetivo de viabilizar e prevenir possíveis acidentes durante o processo de manutenção em ar condicionados do tipo Split. Identificamos que o recolhimento de gás refrigerante em situações de trabalhos à serem executados acima de 2m de altura em relação ao nível inferior, onde por Norma Regulamentadora (NR - 35 Trabalho em Altura, 2012) exigem atenção redobrada e muitos procedimentos para sua execução de maneira eficaz e segura. Propomos uma adaptação no mecanismo para execução do processo em questão, a solução encontrada conta com a instalação de novas válvulas nos tubos de pressão da máquina, localizados em uma posição segura permitindo a execução sem a necessidade do técnico utilizar escadas ou qualquer objeto em que ultrapasse a altura regulamentada. É evidenciado em imagens e dados recolhidos após ensaios que a nova proposta se mostrou eficaz. O processo realizado não obteve perdas de material ou produtos, se mostrou ainda ser de baixo custo, promovendo assim uma adaptação no processo de recolhimento de gás refrigerante. Com base na aplicação do método se pode contribuir de forma eficaz na redução dos acidentes relacionados a este tipo de trabalho, uma vez que o executante realizará de forma a não correr os riscos e perigos que normalmente existem.

Palavras-Chave: Recolhimento de Gás Refrigerante. Altura. NR-35. Manutenção Preventiva. Tubos de Pressão. Acidentes.

¹ Graduando de Engenharia Mecânica na Universidade Uninorte - E-mail: ddd.alencar@gmail.com

² Graduando de Engenharia Mecânica na Universidade Uninorte - E-mail: elkissonfurtado@gmail.com

³ Doutora em Diversidade Biológica (UFAM) – Email: Paola.campos@uninorte.com.br.

ANALYSIS ON THE ADAPTATION OF MECHANISM FOR COLLECTING REFRIGERANT GAS FROM SPLIT AIR CONDITIONERS: A PROPOSAL FOR ENVIRONMENTS AT RISK OF WORK AT HEIGHT

ABSTRACT

This article presents the application of a mechanism that has the objective of enabling and preventing possible accidents during the maintenance process in split air conditioners. We identified that the refrigerant gas collection in work situations to be executed above 2m in height relative to the lower level, where by Norma Regulamentadora (NR - 35 Work at Height, 2012) require redoubled attention and many procedures for its execution in a way effective and safe. We propose an adaptation in the mechanism to execute the process in question, the solution found has the installation of new valves in the pressure tubes of the machine, located in a safe position allowing the execution without the need of the technician to use stairs or any object in which it exceeds regulated height. It is evidenced in images and data collected after trials that the new proposal proved to be effective. The process carried out did not obtain losses of material or products, it was still shown to be low cost, thus promoting an adaptation in the process of collecting refrigerant gas. Based on the application of the method can effectively contribute to the reduction of accidents related to this type of work, since the performer will perform so as not to take the risks and dangers that normally exist.

Keywords: Collecting Refrigerant Gas. Height. NR-35. Preventive maintenance. Pressure Pipes. Accidents.

1. INTRODUÇÃO

A quantidade de máquinas de ar condicionado tem um crescente aumento em todo mundo, e com esse crescimento rápido a demanda por mão de obra especializada na área se tornou essencial. Tanto para instalação quanto para reparos e manutenção, o profissional deve ter profundo conhecimento sobre o produto. Na maioria das vezes esse o processo de manutenção se faz conforme o recomendado pelos fabricantes, onde é levado em consideração equipamentos de proteção individuais e coletivos, ferramentas adequadas às partes da máquina, segurança elétrica e segurança quanto a riscos de queda. Nesse contexto, a Norma Regulamentadora para Trabalhos em Altura (NR-35/2012) descreve “Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda”.

Com o aumento no consumo desses aparelhos e por se tratar do alto índice de trabalhos sendo realizados, os profissionais da área acabaram deixando de lado os quesitos de segurança. Segundo Diniz (2018) “No ano passado, das 349.579 comunicações de acidentes de trabalho (CATs) feitas pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), 37.057 se referiam a quedas – 10,6% dos registros.”.

Porém, com o crescimento produtivo na fabricação de máquinas de ar condicionado e demanda por profissionais, há cada vez mais a necessidade de investimentos e aperfeiçoamentos em novos equipamentos e ferramentas para viabilizar o processo como um todo, o que faz crescer significativamente os riscos de acidentes e doenças relacionadas à execução do trabalho. Em decorrência do aumento da produtividade e muitas das vezes por falta de investimentos em segurança do trabalho e pelo descumprimento das normas e leis relacionadas à saúde do trabalhador em todo o país.

Durante qualquer processo à ser realizado em ar condicionados, todas as questões de segurança que o fabricante especifica devem ser cumpridas com rigor. Uma das etapas a serem feitas é em relação a condensadora, por se localizar na maioria das vezes a uma certa altura do piso inferior, onde se faz necessário o uso de escada e apoio de no mínimo mais um ajudante para que seja feito a instalação, reparo ou qualquer processo na mesma.

Nessa etapa se realiza o processo de recolhimento do gás refrigerante, situação onde se faz necessário, na maioria das vezes, uso de escadas e equipamentos de apoio à altura.

Com isso, se faz de suma importância a análise de um novo método para execução do processo de manutenção em que a segurança do profissional seja um aspecto considerado em primeiro lugar, implicando assim uma melhoria no processo.

Este artigo está organizado em seções passando pela descrição dos fundamentos teóricos que embasam esse estudo, descrevendo os materiais e métodos utilizados, apresentando os resultados e discussões propostas e fechando com as conclusões.

O principal objetivo é desenvolver um mecanismo para a realização de recolhimento de gás refrigerante em máquinas de ar condicionado do tipo split onde o executante do serviço não necessite se expor a alturas que ultrapassem o recomendado na NR15.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para realizar esta análise tivemos que entender o processo de manutenção de máquinas de ar condicionado tipo split. Nesse sentido, apresentaremos alguns aspectos identificados na literatura que embasam o estudo.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas em sua Norma NBR nº 13.971 de 2014, estabelece orientações básicas para as atividades e serviços necessários, na qual a manutenção de equipamentos de sistemas de refrigeração, descreve manutenção como: “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo supervisão, destinadas a manter ou restaurar um item (componente, equipamento ou sistema) em estado do qual possa desempenhar uma função requerida.” (ABNT NBR 13.971, 2014, p.1).

Segundo a NBR 13.971 (2014, p. 1) manutenção preventiva é descrita como uma “ação efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.”.

Nesse sentido, Silveira (2012) afirma que a manutenção preventiva “prolonga a vida útil das máquinas e equipamentos e conseqüentemente aumenta a disponibilidade das máquinas reduzindo os custos da empresa”.

Complementando a conceituação proposta anteriormente, Nunes (2001) define manutenção preventiva como a

situação em que não se caracterizou um estado de falha. Sendo assim, essa forma de manutenção é aquela realizada em um equipamento com a intenção de reduzir a probabilidade de ocorrência da falha. É uma intervenção de manutenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha. (NUNES, 2001, p.13).

Propondo a caracterização do conceito de manutenção preventiva Lucatelli (1998) em seu estudo apresenta a seguinte definição

é caracterizada por constituir um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento dos equipamentos. Esta prevenção é feita com base em estudos estatísticos (experiências anteriores), no estado do equipamento, no local de instalação, nos dados fornecidos pelo fabricante, tais como condições ótimas de funcionamento, nos pontos de periodicidade de limpeza, lubrificação, etc. (LUCATELLI,1998, p.20).

Para Villanueva (2015) a manutenção preventiva tem como principal objetivo

reduzir, evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo, que geralmente são estabelecidos em manuais técnicos. A Manutenção Preventiva estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças gastas por novas, assegurando assim o funcionamento perfeito do equipamento por um período pré-determinado. (VILLANUEVA , 2015, p.75).

Atualmente, a Lei nº 13.589, de 04 de janeiro de 2018 dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes, orienta em seu artigo 3º

Os sistemas de climatização e seus Planos de Manutenção, Operação e Controle - PMOC devem obedecer a parâmetros de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente, em especial no que diz respeito a poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, assim como obedecer aos requisitos estabelecidos nos projetos de sua instalação. (BRASIL, 2018).

Nesse cenário, Chagas (2018) afirma que os edifícios terão que implantar o PMOC, “com o objetivo de prevenir ou minimizar riscos à saúde dos ocupantes e garantir a boa qualidade do ar interior, considerando padrões de temperatura, umidade, velocidade, taxa de renovação e grau de pureza.”.

Durante o processo de manutenção em máquinas de ar condicionado do tipo split, é ter considerado essencial um PMOC, seguindo as exigências da legislação vigente, citada pela Portaria nº 3.523 do Ministério da Saúde, garantindo a qualidade do uso sem que os ocupantes do ambiente tenham risco de saúde.

Entende-se como processo de manutenção em máquinas de ar condicionado, a realização de cronograma pré estabelecido por fabricante, a limpeza, avaliação de níveis de gás e correção ou troca de peças e acessórios.

De maneira geral, a manutenção de máquinas se divide em três maneiras principais: 1. Manutenção Preventiva (Limpeza), 2. Manutenção Corretiva (Conserto) e 3. Manutenção Preditiva (Periódico com Inspeção).

Uma das atividades obrigatórias a ser realizada durante a manutenção preventiva, é verificação dos níveis de gás que a máquina contém. Na maioria das vezes essa atividade é realizada com apoio de equipamentos (escadas, andaimes) para ter acesso ao local onde a máquina se encontra instalada. Porém, em algumas situações essa atividade pode expor o executante a riscos, pois as máquinas ficam localizadas em alturas acima da regulamentada por norma para a execução do serviço de maneira segura.

No que tange a segurança na realização de instalação e manutenção de ar condicionado, segundo o Treinamento de Boas Práticas em sistemas de ar condicionado Tipo Split do Ministério do Meio Ambiente (2015) o trabalho com esses tipos de sistemas de refrigeração expõe os profissionais ao contato com diferentes máquinas, componentes, equipamentos e etc. Nesse cenário, são recomendadas as seguintes ações de segurança:

Utilizar cilindros adequados para o recolhimento, conforme a Resolução CONAMA nº 340 e a norma ABNT NBR ISO 4706;
Proceder o recolhimento, reciclagem e regeneração, conforme a norma ABNT NBR 15960 (3Rs);
No caso de trabalhos elétricos, a norma ABNT NBR 5410 deverá ser adotada;
Relógio, brincos, piercing, pulseiras, anéis, colares e outros acessórios devem ser retirados antes do início das atividades. No caso de cabelos longos, estes devem ser amarrados;
O serviço somente poderá ser realizado por pessoal devidamente qualificado, portando Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e com o emprego de máquinas e ferramentas em bom estado de conservação e de boa qualidade. (MMA, 2015, p.31).

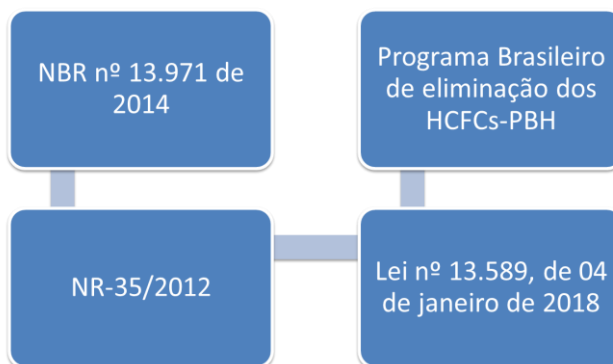
Outros itens de segurança destacados pelo MMA (2015), como boas práticas para segurança na manutenção de aparelhos de ar condicionado são:

1. O manual de manutenção e/ou a apostila de treinamento devem ser mantidos próximos para consulta;
2. Somente utilize peças de reposição recomendadas;
3. Sempre verifique as pressões de operação corretas dos fluidos frigoríficos;
4. Utilize somente manômetros de pressão calibrados;
5. Faça a carga apenas pelo lado de baixa pressão do sistema;
6. Assegure que todo o fluido frigorífico tenha sido recolhido. (MMA, 2015, p.34).

Fica evidente a necessidade de seguir as recomendações existentes nas normas regulamentadoras, para evitar os riscos de quedas, descargas elétricas, exposição a partículas de gases nocivos, perigo de ferimentos no manuseio de ferramentas, vazamento de gases e etc.

Considerando a importância dos documentos oficiais e regulamentadores elencados nesse trabalho os sintetizamos na Figura 1.

Figura 1 - Síntese do referencial



Fonte: Os autores (2018)

Diante do exposto, consideramos de suma importância a realização do processo de manutenção, no que concerne a atividade de verificação, dentro do que estabelecem as normas de segurança. Na próxima seção estão apresentando os aspectos referentes aos materiais e métodos utilizados nesse estudo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a verificação do mecanismo proposto nesse estudo, foi utilizada a observação do processo de manutenção, levando em consideração os riscos envolvidos na manutenção dos aparelhos de ar condicionado do tipo split, tais como: local de instalação da máquina; local para realizar a manutenção; utilização de equipamentos de segurança pelo executante.

Verificamos que existem situações na qual a instalação e manutenção somente pode ocorrer em lugares de difícil acesso, como exemplificado nas Figura 1 e 2. Lugares esses que na maioria das vezes não facilitam a execução do processo de manutenção. Como esse processo exige várias etapas e uma delas se caracteriza por recolher o gás refrigerante, com o intuito de reduzir custos na despesa de compra de novos cilindros com gás, reduzir o impacto ambiental referente a poluição de substâncias que causam a destruição da camada de ozônio e incentivar empresas que trabalhem com esse processo para criar um ambiente melhor para o crescimento ambiental.

Figura 2 - Exemplo de máquinas de ar condicionado de difícil acesso



Fonte: <https://goo.gl/yrPB8D>

Figura 3 - Atividade de manutenção arriscada



Fonte: <https://goo.gl/D2C2uB>

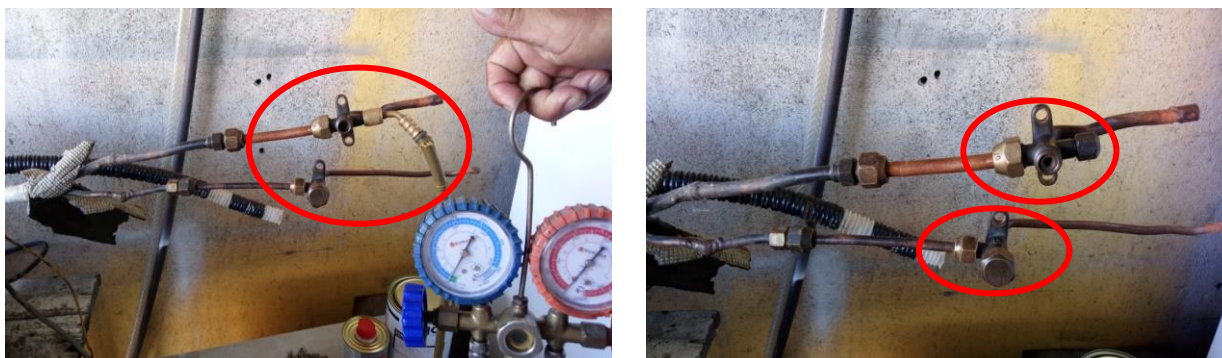
O processo de recolhimento do gás se faz necessário quando a máquina de ar condicionado passa pelo processo de manutenção preventiva (Limpeza) ou quando a mesma passa por remoção e instalação em outro lugar que não o de origem. Realizado por um técnico de refrigeração capacitado e com conhecimento na área, se torna rápido e fácil. Usando uma máquina recolhadora de gás, o técnico a conecta na tubulação através de válvulas do compressor. Em seguida, a recolhadora que possui um compressor, faz a sucção do gás e o armazena em um tanque, próprio da recolhadora, sendo possível reciclar esse produto em centros de regeneração, onde as impurezas encontradas podem ser retiradas e tratadas.

A recolha do gás é feita na parte atrás da máquina, onde se encontra o compressor, por estar sempre localizada na parte externa do ambiente e em muitas vezes se tratar de uma certa altura em relação ao chão, o técnico faz uso de escadas e equipamentos de segurança contra

quedas. Nessa situação que os acidentes de trabalho geralmente acontecem, observando esse tipo de situação, foi projetado e testado, criar uma nova conexão de válvulas que pudesse diminuir esse risco de acidente e facilitar a execução de recolhimento do gás em aparelhos de ar condicionado do tipo split.

Adaptamos materiais conforme os já usados na máquina e os posicionamos de forma que fosse possível fazer a recolha pela parte interna do ambiente, conforme ilustrado na Figura 4. Os materiais utilizados na aplicação foram duas válvulas de serviço, uma válvula de $\frac{1}{2}$ " na linha de sucção (baixa pressão) e uma válvula de $\frac{1}{4}$ " na linha de descarga (alta pressão). A tubulação é interligada entre a unidade evaporadora e a unidade condensadora, a parte que vem da condensadora para o evaporador utilizamos para fixar as válvulas, que vem com um pequeno pedaço de tubo de cobre, onde podemos utilizar a solda foscoper e oxigênio-acetileno para fixar com o tubo que vem do condensador. “A Solda Foscoper ou Phoscopper se assim preferir, é a solda mais usada no meio da refrigeração. Normalmente vendida em forma de vareta, é uma liga composta de 5% a 10% de fósforo e o resto de cobre, pode até conter uma pequena quantidade de estanho, vai depender do fabricante” (AMARAL, 2016).

Figura 4 – Adaptação de válvulas auxiliares de saída dos gases



Fonte: Os autores (2018)

A Solda Oxigênio-acetileno é a união das peças, obtida pela fusão de material de adição e uma chama concentrada formada pelo oxigênio e acetileno, a reação ocasiona gases que garantem a proteção do metal fundido. O operador da solda opera a chama adequando-a corretamente no ponto de fusão com uma mão e com a outra manipula o material de adição, garantindo assim uma qualidade na soldagem e menos gastos com material durante o processo. Foi feito também o flangeamento de dois pedaços de tubo de cobre, de acordo com

a bitola do tubo original e adicionadas a essas partes duas porcas de bronze além das originais que vem de acordo com as que o fabricante solicita para adaptação do mecanismo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A máquina utilizada no desenvolvimento e testes foi o modelo de ar condicionado tipo split da marca CARRIER, conforme Figura 5, com capacidade de 12.000 btus/h com sistema inverter com fluído R-410^a, gás esse que não danifica a camada de ozônio. A implementação dessas válvulas de serviço nas duas linhas de gás possibilitou a realização da atividade de recolhimento de gás onde, para sua execução, apenas a unidade evaporadora fosse necessária a retirada, levando em consideração que a unidade condensadora estaria em local de difícil acesso e colocasse em risco o técnico que realiza a atividade e a área em questão onde a manutenção acontece.

Figura 5 - Máquina utilizada nos testes



Fonte: Os autores (2018)

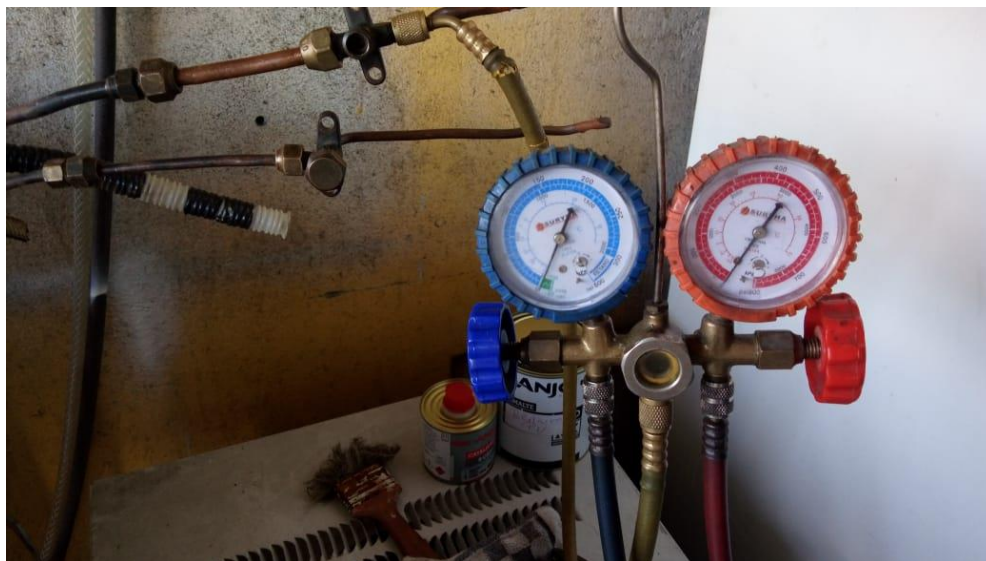
As válvulas adicionadas na tubulação proporcionaram a execução da atividade de recolhimento de gás refrigerante em máquinas do tipo split com mais facilidade, garantindo na maioria dos casos, a segurança do executante, obedecendo requisitos previstos por normas e legislação relacionadas a trabalhos com risco de quedas, oferece uma alternativa a mais para esse tipo de serviço e adequando a manutenção preventiva a adaptar novos mecanismos para realização de atividades sem que ponham em risco os profissionais da área.

Identificados as atividades relacionadas ao processo de recolhimento de gás de máquinas de ar condicionado, podemos realizar diversos testes para comprovação de que o mecanismo funcionava conforme especificação dos fabricantes e que adaptadas as válvulas, todas as atividades seriam realizadas da mesma forma. Atividades como o recolhimento de líquido refrigerante, adição de gás na tubulação e drenagem do gás, podem ser feitas pois foram provadas em testes que a mesma quantidade medida de pressão nas válvulas que saem da unidade condensadora é a mesma quantidade medida de pressão no mecanismo de válvulas adaptadas a tubulação com a aplicação das mesmas próxima da unidade evaporadora.

Os testes realizados durante a implementação do mecanismo foram:

- Verificação de que é possível recolher o gás refrigerante sem a necessidade de ir à unidade condensadora em situações de alto risco de quedas ou que sejam de difícil acesso ao executante.
- Verificação da possibilidade de adição de fluido refrigerante no sistema em caso de perda ou vazamento do mesmo, por furo na tubulação, após correção de material.
- Baixo custo para aplicação do mecanismo por oferecer as peças originais do fabricante e com facilidade de instalação para o técnico executante.
- Drenagem do fluido para manutenção preventiva, reposição de máquina ou adaptação em local diferente do original.
- Quando recolhido o fluido refrigerante, com a adição das válvulas, o fluido fica concentrado na tubulação atrás do evaporador indo direto para a unidade condensadora, podendo assim retirar a unidade evaporadora para limpeza ou qualquer serviço que seja necessário a realização, promovendo ao executante uma melhor concentração em sua atividade.

Figura 6 – Aferição da pressão após implementação do mecanismo



Fonte: Os autores (2018)

5. CONCLUSÃO

Com base nos testes realizados durante o processo de adaptação do mecanismo de válvulas, foi possível comprovar de forma bem sucedida que não houveram alterações na pressão das tubulações com a adição dessas novas duas válvulas no sistema. A máquina usada para testes foi um modelo de 12.000 btus/h, porém identificamos que fazendo o uso em modelos de maior ou menor potência, não haveria diferença de pressão com adição de válvulas nos sistemas delas também.

A base principal de comprovação foi a segurança do técnico na realização da atividade de manutenção e recolhimento do gás refrigerante, seguindo as normas regulamentadoras e observação do processo de manutenção preventiva.

A estrutura física do equipamento foi preservada o máximo possível para não alterasse sua estrutura de fábrica. A adaptação do mecanismo de válvulas na tubulação foi a única modificação de alteração original do produto, mas não afetou o desempenho de sua atividade nem perda de trabalho em relação a inalterada.

REFERÊNCIAS

AMARAL, S. **Cursos e Dicas de Refrigeração e Máquina de Lavar**. 2016. Acesso em 25 de 10 de 2018, disponível em Curso de Refrigeração: <http://cursoderefrigeracao.com/soldafoscooper-e-prata-na-refrigeracao/>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13991**: Sistemas de Refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento: Manutenção programada. Rio de Janeiro, 2014.

BRASIL, **LEI Nº 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018**. Dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes. Brasília, DF: Camara dos Deputados.

CHAGAS, Marco Aurélio Bicalho de Abreu. Ar condicionado – manutenção – exigências legais. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 23, n. 5563, 24 set. 2018. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/69071>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

DINIZ, M. **Acidentes com quedas levaram 161 trabalhadores à morte em 2017**. 2018. Disponível em Agência Brasil: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-04/acidentes-com-quedas-levaram-161-trabalhadores-morte-em-2017>> . Acesso em 05 de nov. de 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LUCATELLI, M. V. **Estudo de procedimentos de manutenção preventiva de equipamentos eletromédicos**. Florianópolis: UFSC, 1998. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/77435/138267.pdf?sequence=1>> . Acesso em 15 nov. 2018.

Ministério do Meio Ambiente. **Programa Brasileiro de eliminação dos HCFCs-PBH**: treinamento e capacitação para boas práticas em sistemas de ar condicionado do tipo Split / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2015.192 p. Disponível em: <<http://boaspraticasrefrigeracao.com.br/upload/publicacao/publicacao-1591955146.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora NR - 35 Trabalho em Altura**. 2012. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR35/NR-35-2016.pdf>> . Acesso em 01 de out. de 2018.

NUNES, E. L. **Manutenção centrada em confiabilidade (MCC)**: análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada. Florianópolis: UFSC, 2001.146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82056>> . Acesso em 10 nov. 2018.

SILVEIRA, C. **Manutenção Preventiva e Preditiva a Favor da Confiabilidade**. 2012. Disponível em Citisystems: <<https://www.citisystems.com.br/manutencao-preventiva-preditiva-engenharia-confiabilidade/>>. Acesso em 05 de out de 2018.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de Engenheira Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.