



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

LO-AMI GONÇALVES DA SILVA

Planejamento estratégico da manutenção preventiva das centrais de ar condicionado e do elevador de passageiros da sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia em Pernambuco (CREA-PE)

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

LO-AMI GONÇALVES DA SILVA

Planejamento estratégico da manutenção preventiva das centrais de ar condicionado e do elevador de passageiros da sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia em Pernambuco (CREA-PE)

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Planejamento de manutenção preventiva.

Orientadora: Dra. Karla Carolina Alves da Silva

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586p

Silva, Lo-ami

Planejamento estratégico da manutenção preventiva das centrais de ar condicionado e do elevador de passageiros da sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia em Pernambuco (CREA-PE) / Lo-ami Silva. - 2023.  
47 f. : il.

Orientador: Karla Carolina Alves da Silva.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Mecânica, Cabo de Santo Agostinho, 2023.

1. Planejamento estratégico. 2. Controle da manutenção. 3. Manutenção preventiva. I. Silva, Karla Carolina Alves da, orient. II. Título

CDD 620.1

---

LO-AMI GONÇALVES DA SILVA

Planejamento estratégico da manutenção preventiva das centrais de ar condicionado e do elevador de passageiros da sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia em Pernambuco (CREA-PE)

Apresentação para o Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho da Universidade Rural de Pernambuco para a obtenção do título de Graduação em Engenharia Mecânica,

Aprovada em: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Profa. Dra. Karla Carolina Alves da Silva (Orientadora)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Msc. Alexandre Araújo de Moura (Examinador)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Dra. Andrea Gonçalves de Souza (Orientadora)  
Instituto Federal de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, ao Deus todo poderoso, que me proporcionou paciência, foco e saúde durante todo o processo de formação acadêmica, pois grandes foram as dificuldades, instabilidades e momentos de insegurança, mas mesmo assim consegui chegar ao final desta longa jornada com a ajuda Dele.

A minha estimada avó materna, Maria Benedita, mulher de bondade e caráter ímpar, cuja integridade nunca vi falhar ao longo da minha vida. Responsável por todo investimento financeiro ao longo do meu trajeto como estudante. A minha adorável mãe, Delívia Carla, cuja coragem e palavras de incentivo sempre foram o suporte mental para que eu nunca tenha parado ao meio do caminho.

A professora Karla Silva, com seu conhecimento, paciência e empatia, esclarecendo minhas dúvidas, me atendendo em datas e horários especiais em virtude das limitações que a jornada trabalhista traz aos que dela fazem parte. Ministrando conselhos e alternativas para a execução deste trabalho dentro da data prevista, sendo um exemplo profissional e ético a ser seguido.

Ao professor Alexandre Douglas e à professora Andrea Sousa por aceitarem de maneira espontânea em participar da banca examinadora deste trabalho.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, principalmente a UACSA, local onde me fiz presente ao longo dos últimos anos, adquirindo conhecimento e fortalecendo minhas experiências pessoais e na engenharia mecânica.

Aos amigos e amigas que me incentivaram nos estudos para a aprovação nas disciplinas do curso, bem como a todos aqueles que me incentivaram e me deram forças para a execução deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho tem por finalidade mostrar as causas principais de interrupção de dois sistemas de fundamental importância para o prédio sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia em Pernambuco (CREA-PE), sendo eles representados pela central de ar condicionado do 4º pavimento, bem como o elevador de passageiros com quatro paradas. A Coordenação de Manutenção e Serviços (CMS), em comum acordo com a atual gestão do CREA-PE, constatou a necessidade da mudança de paradigmas e de comunicação entre o Conselho e as empresas terceirizadas responsáveis por executar as manutenções. Para tal intuito, elaborou-se um plano de ação e controle estratégico específico para os dois cenários demonstrados, obedecendo à metodologia pré-estabelecida a fim de exemplificar as melhorias a serem alcançadas com determinadas mudanças, demonstrando resultados em caso de aplicação e explicando a justificativa em caso de não execução em virtude dos processos burocráticos envolvidos.

Palavras-Chave: planejamento estratégico; controle da manutenção; manutenção preventiva.

## **ABSTRACT**

This work aims to show the main causes of interruption of two systems of fundamental importance for the headquarters building of the Regional Council of Engineering and Agronomy in Pernambuco (CREA-PE), which are represented by the central air conditioning on the 4th floor, as well like the four-stop passenger elevator. The Maintenance and Services Coordination (CMS), in agreement with the current management of CREA-PE, found the need for a change in paradigms and communication between the Council and the outsourced companies responsible for performing maintenance. For this purpose, a specific strategic action and control plan was prepared for the two scenarios demonstrated, following the pre-established methodology in order to exemplify the improvements to be achieved with certain changes, demonstrating results in case of application and explaining the justification in case of non-execution due to the bureaucratic processes involved.

Keywords: strategic planning; control of maintenance; preventive maintenance.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Benchmark</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Plano de ação</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>Indicadores</b>	<b>12</b>
3.3.1	Confiabilidade	13
3.3.2	Disponibilidade	13
3.3.3	Eficiência, eficácia e segurança	14
<b>3.4</b>	<b>Produto da manutenção</b>	<b>14</b>
<b>3.5</b>	<b>Conceito moderno de manutenção</b>	<b>14</b>
3.5.1	Manutenção Preventiva	15
3.5.2	Manutenção Preditiva	15
3.5.3	Corretiva planejada e não planejada	15
3.5.4	Manutenção Detectiva	16
3.5.5	Engenharia de manutenção	16
<b>3.6</b>	<b>Manutenção Produtiva Total (MPT)</b>	<b>16</b>
3.6.1	Elaboração do plano estratégico	17
3.6.2	Etapas de implantação da manutenção	18
3.6.3	Conhecimento sobre lubrificação	19
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>20</b>



<b>4.1</b>	<b>Materiais e métodos</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Elaboração de questionário</b>	<b>22</b>
<b>4.3</b>	<b>Observações das intercorrências</b>	<b>24</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise de falha</b>	<b>24</b>
<b>4.5</b>	<b>Plano de ação</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>25</b>
<b>5.1</b>	<b>Dados provenientes do questionário</b>	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>Observação de intercorrências</b>	<b>25</b>
<b>5.3</b>	<b>Análise de falhas: diagrama de ishikawa</b>	<b>27</b>
5.3.1	Central de ar condicionado (altas temperaturas ambiente)	27
5.3.2	Elevador de passageiros (desnivelamentos contínuos)	33
<b>5.4</b>	<b>Plano de ação</b>	<b>38</b>
5.4.1	Central de ar condicionado	39
5.4.2	Elevador de passageiros	41
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A definição de manutenção está, atualmente, intimamente atrelada com os conceitos de produção e qualidade, ou seja, são todas as atividades que envolvem sistemas e subsistemas para produzir bens ou serviços cujos processos produtivos são interdependentes (MOREIRA, 2012). O fato de conseguir ler e interpretar de forma significativa os índices dados pelo maquinário traz maior credibilidade para o funcionamento da instituição, focando na permanência da operação sem que haja grandes transtornos ao longo do processo.

A abordagem da pesquisa está intimamente ligada com a visitação de campo e observação das características do local, definindo-se como pesquisa aplicada. Como explica (DUARTE e BARROS, 2006), o estudo de caso pode ser determinado como a “análise intensiva, empreendida numa única ou em algumas organizações reais.”. Ou seja, estudar casos permite reunir o maior número de dados relativos à realidade analisada, sendo eles de natureza descritiva ou quantitativa.

Além disso, o caráter documental e bibliográfico servirá como base para avaliações futuras para os procedimentos que deverão ser realizados na estrutura e modificação dos equipamentos, sendo utilizados relatórios, ordens de serviço, Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC), registros de falhas e regulamentos. Todavia, não é um hábito comum no meio de empresas de pequeno e médio porte, onde nestas há a filosofia anacrônica de resolver o problema quando ele ocorre, impossibilitando a melhora contínua, evitando as análises preventivas e ajustes técnicos planejados.

A análise documental, tal qual as outras modalidades, tem por finalidade acrescentar novas linhas de pensamentos para aqueles que as seguem, distinguindo as maneiras de compreensão fenomenal, instruindo de maneira educacional (SÁ-SILVA et al, 2009). A perspectiva de imersão pretende utilizar o pesquisador como uma espécie de investigador, sendo os documentos descritos no parágrafo anterior a referência principal de seu trabalho, independente da área de atuação. Interferir construtivamente e de maneira participativa foi o método utilizado para contribuir no ambiente de estudo, através de pesquisas feitas antecipadamente e posterior ação, objetivando intervir positivamente na gestão de manutenção.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Fazer o plano de ação da manutenção preventiva da central de ar condicionado e do elevador de passageiros no edifício sede do CREA-PE. Visa-se aumentar a disponibilidade dos equipamentos do prédio, proporcionando maior conforto aos usuários, resultando em temperatura ambiente agradável, bem como o transporte entre andares de maneira segura, e, por consequência, diminuindo o tempo de parada nos casos onde há quebra de peças.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as necessidades emergenciais para manutenção dos itens operacionais e de segurança do elevador de passageiros através da coleta de dados de manutenções anteriores, mencionando os componentes da máquina que costumam apresentar problemas com frequência;
- Analisar formas de potencializar o funcionamento das centrais de ar condicionado, utilizando de artifícios técnicos como a troca de peças deterioradas mediante longos períodos de tempo sendo utilizadas, atingindo a totalidade de sua vida útil, e alternativas para funcionamento em capacidade máxima das unidades condensadoras dos referidos aparelhos;
- Elaboração do plano de ação estratégica como resultado da junção das atitudes tomadas anteriormente, utilizando a gestão do controle da qualidade como artifício principal para análise.

## **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Para as novas demandas do atual cenário dos maquinários modernos, agir proativamente é característica necessária para aqueles que visam atingir resultados satisfatórios. Expressar de maneira tão efusiva o modo como o elevador de passageiros e as centrais de ar condicionado devem ser tratadas pode parecer exagero, todavia visualizar as deficiências com parâmetros que são ditos ideais, torna-se bem mais palpável atingir a

finalidade desejada. Esta técnica é chamada de Benchmark, que será descrita no tópico seguinte.

### 3.1 BENCHMARK

Como descreve Kardec e Ribeiro (2008), o Benchmark é uma medida ou referência locado como o padrão de excelência para um processo específico. Outro termo também atrelado neste assunto é o Benchmarking, que é o conjunto de ações que levarão à análise e comparação com processos semelhantes, eles podem ser destrinchados nos seguintes termos:

- Buscar o melhor trajeto percorrido por empresas do mesmo segmento com a finalidade de chegar aos mesmos resultados ou potencialmente melhor;
- Levantar a real situação atual de como se encontra o maquinário;
- Chamar a atenção dos colaboradores para manter o bom comportamento;
- Estabelecer metas de curto, médio e longo prazo.

### 3.2 PLANO DE AÇÃO

Para estabelecer um plano de ação é preciso já saber a situação atual e como se deseja estar no futuro. Adicionado a estes dois pré-requisitos, tem-se que estar enraizados tanto as diretrizes quanto a política da instituição, bem como o prazo para pôr em prática as ações com as metas a serem atingidas.

Ter um plano altamente complexo não é recomendável, pelo menos não inicialmente, tendo em vista o princípio 80/20 descrito por Pareto, conforme relata Koch (2015), 80% dos resultados que buscamos obter está em 20% das ações analisadas, onde deve haver um senso de priorização para que não seja locado grande mão de obra em atividades que não oferecerão retorno para os envolvidos.

### 3.3 INDICADORES

Quem não mede não gerencia. Medir apenas a eficiência é algo limitado para o requerimento daqueles que visam oferecer serviços de manutenção. A análise qualitativa é tão importante quanto a quantitativa, conceitos como segurança, redução da demanda de serviços, disponibilidade, confiabilidade e preservação ambiental são nuances de

organização para proporcionar atendimento melhor para aqueles que necessitam de serviços

### 3.3.1 Confiabilidade

Um sistema, item ou componente tem sua confiabilidade mensurada quando é feito uma análise quanto a sua probabilidade de falha, cujo funcionamento é desenvolvido em condições normais (LAFRAIA, 2001). Há também quantificação matemática para este termo, salientando que foge ao escopo deste estudo relatar como esta fórmula foi deduzida, o que é preciso saber é que há a mensuração de probabilidade de sobrevivência, dada pela seguinte equação:

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt \quad (1)$$

Lê-se esta equação como a distribuição acumulada de probabilidade igual a integral da função densidade de probabilidade de falha em um intervalo de tempo de zero até t. Onde a função densidade é a equação 2:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (2)$$

A confiabilidade metrológica para Júnior (1999) é uma ramificação do tema definido neste tópico importante para comprovar que os requisitos de qualidade estão sendo seguidos da melhor maneira possível, esta que é definida como conjunto de ações que são significativas, planejadas e exequíveis implementadas para garantir a confiança.

### 3.3.2 Disponibilidade

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Lafraia (2001) define a disponibilidade de um sistema, item ou componente que passou por uma manutenção oferecendo a probabilidade de manter seu funcionamento em estado satisfatório conforme transcorra um intervalo de tempo determinado, ou seja, um ciclo de operação. Matematicamente falando, pode-se quantificar seu valor como a razão entre o Tempo Total de Operação (TTO) pela soma entre este mais o Tempo que o equipamento passou Sem Funcionar (TSF) devido às falhas, representados pela equação 3:

$$\frac{TTO}{TTO+TSF} \quad (3)$$

### 3.3.3 Eficiência, Eficácia e Segurança

Como afirma Frasson (2001), a eficiência de um projeto é a aplicação de recursos de forma a otimizar distributivamente os materiais com a finalidade de alcançar resultados satisfatórios, bem como a eficácia voga sobre aplicação de recursos materiais e financeiros para otimizar os resultados esperados para o projeto.

Quanto à segurança, seu conceito é amplo e está atrelado com o contexto que se aplica. De maneira geral, é caracterizada como a situação de se sentir seguro perante momentos adversos (BOOTH, 2005), partindo deste ponto e aplicando nas centrais de ar condicionado e para o elevador, a ideia de operar os equipamentos sabendo que estarão sendo bem cuidados traz a sensação de conforto quando manuseados e confiança ao aparecer algum problema.

### 3.4 PRODUTO DA MANUTENÇÃO

Os três alicerces que norteiam como os produtos da manutenção serão tratados são as atividades de operação, engenharia e manutenção. Os outros conceitos são os de segurança industrial, suprimento e inspeção do equipamento, este que muitas vezes será citado ao longo deste trabalho.

Maior qualidade, menor custo e maior disponibilidade em conjunto é o produto principal do assunto aqui tratado, em muitos casos, o declínio da disponibilidade ocorre em simultâneo com a ascensão da credibilidade, o que pode causar grandes impactos quando se fala da segurança.

### 3.5 CONCEITO MODERNO DE MANUTENÇÃO

Manter a disponibilidade da função do equipamento e a forma como será atendido o processo de produção com a preservação do meio ambiente, custo baixo e segurança. Aliado a este fato tem-se a mudança de paradigmas e os tipos de manutenção. A estratificação da manutenção segue a linha abaixo:

### **3.5.1 Manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva será adotada como alicerce principal para o modo como as ações acontecerão. A justificativa é consolidada por conta de ser a classificação preocupada em evitar as falhas, enfraquecendo a queda de desempenho obedecendo as etapas impostas pelo plano elaborado, conforme sinaliza Xenos (1998). O nivelamento de recursos é consequência destes atos, Kardec e Nascif (2009) apontam mais um ponto positivo no conceito de ser preventivo é retirar o objeto de suas funções cotidianas de modo programado com a finalidade de organizar-se de maneira estratégica.

### **3.5.2 Manutenção Preditiva**

Para Costa (2013), esta ramificação da manutenção visa o acompanhamento das variáveis e parâmetros que regem o desempenho dos objetos em questão, pois aqui a parada será feita quando for oportunamente avisada pelos dados, assim gerando o aproveitamento máximo. Porém, precisa-se de muita atenção, pois qualquer desatenção será responsável por ocasionar consequências mais graves.

Evitando tal cenário, Kardec e Nascif (2009) indicam passos para potencializar a eficiência deste método conforme a ordem: estudar o equipamento, o sistema, a instalação, monitoramento e as causas monitoradas. Os benefícios são levantados como declínio dos custos envolvidos, monitoramento de falhas e elevação das características de operação.

### **3.5.3 Corretiva planejada e não planejada**

Chamada também de corretiva, Kardec e Nascif (2009) consideram o método mais arcaico e primitivo, pois seu conceito é referenciado como as paradas só ocorrendo quando o equipamento quebra, ou seja, não havendo mais meios para que possa funcionar. A manutenção emergencial é dividida em duas grandes partes: planejada e não planejada. Esta trabalha com uma solução aleatória, em seguida de uma falha que não estava sendo pressentida, sem preparação para o evento que acaba de ocorrer resultando em perdas na produção.

Aquela já ocorre de uma maneira mais acessível, já que sua ocorrência não é totalmente inesperada, pois a manutenção preventiva já observou que tal situação viria acontecer caso não houvesse intervenção, destaque deve ser dado para a questão

financeira, mergulhar em um contratempo preparado é bem menos degradante, financeiramente falando, do que simplesmente encarar de frente um ato desconhecido.

#### **3.5.4 Manutenção Detectiva**

A ideia que governa a manutenção detectiva busca detectar problemas que são captados por especialistas, buscando reparar o problema sem que haja grande demanda de tempo. A definição tem citações a partir do final do século passado, envolvendo proteção e controle, principalmente porque a partir desta época passou-se a automatizar os processos fabris, tornando o nível de exigência cada vez maior e mais rigoroso (COSTA, 2013).

#### **3.5.5 Engenharia de manutenção**

Como afirma Kardec e Ribeiro (2008), a engenharia de manutenção é o ponto alto de qualquer indústria que tem o objetivo de alcançar pontos mais altos ao que compete ao cenário de alta produtividade, pois ele age de modo rotineiramente em melhorar todo o processo, abrangendo os pontos positivos de todas as divisões anteriores.

Como consequência, o banco de dados referente ao maquinário se torna denso, o que faz com que qualquer funcionário (recente ou antigo na instituição) consiga carregar o dever de forma responsável e eficaz.

A escolha correta do tipo de manutenção está vinculada com o resultado que se deseja alcançar. Atualmente, a gestão estratégica bem executada tem a função de retirar uma unidade funcional da manutenção corretiva não planejada para a engenharia de manutenção, porém só é concretizada esta ideia por meio de mudanças nos paradigmas. Cada empresa possui os seus, então cabe aos gestores deixar claro quais foram os ultrapassados e como eles devem ser alterados para alcançar a boa utilização desta ferramenta.

### **3.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (MPT)**

Seu surgimento é datado como meados da segunda parte do século XX, onde no Japão passava-se a encarar a manutenção como uma ciência cada vez mais técnica em pleno desenvolvimento de conceitos como falha zero e quebra zero. Com características de um sistema que visa englobar em sua totalidade o ciclo de vida útil da máquina, bem



como encarar como um processo motivacional com o intuito de trabalhar em conjunto com os demais tipos de força de reparo.

De forma geral, a MPT visa aumentar ao máximo o rendimento e postergar as perdas. Para que seja implementada de forma assertiva, algumas etapas precisam ser seguidas, podendo ser cronologicamente organizadas da seguinte maneira:

- Incorporar melhorias individuais no objeto de estudo;
- Dar estrutura para que a manutenção voluntária/autônoma seja efetuada pelos próprios colaboradores (no caso estudado, são os próprios integrantes da equipe interna);
- Estruturar um grupo de manutenção para efetuar de maneira planejada;
- Capacitar tecnicamente e instruir todos envolvidos em busca de novas habilidades;
- Estruturar o controle dos equipamentos do projeto principal

Para transladar a MPT para todos os setores e departamentos em forma de filosofia gerencial é preciso seguir mais três passos que são:

- Manter a qualidade;
- Melhorar a administração;
- Padrões de SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde).

### **3.6.1 Elaboração do plano estratégico**

O plano estratégico tem como finalidade dar orientação de como e quando serão desenvolvidos os conceitos da manutenção por todos os envolvidos, aliado em como deve estar coordenado as metas a serem atingidas com as estratégias adotadas.

- Implantação

Descrever dinamicamente as ações da Manutenção Autônoma para implementação e qual a responsabilidade e prazos do grupo/equipe que estará incumbida de operar o objeto.

- Responsabilidades

Deixar um quadro visível de qual atividade deve ser executada imediatamente e qual precisa ser feita posteriormente, assim o coordenador responsável estará sempre ciente das situações, além de uma checklist com os prazos estipulados.

- Área piloto

Para este trabalho, este tópico se torna um dos mais importantes, visto que o equipamento pode ser subdividido em mais itens, o que torna a área piloto bastante abrangente para com seus critérios, podendo ser subdivididas em rolamentos, inversores, correias, cabos de alimentação, cabos de aço, tirantes e demais grupos correlatos com os objetos de estudo.

- Sistema de acompanhamento

Controlar o avanço da implantação é tão importante quanto a própria execução, principalmente se esta estiver sendo efetuada de maneira errônea, para que possa ser corrigida.

- Previsão de despesas para a implantação

Falar da economia é algo tão primordial como manter o funcionamento em estado satisfatório. Gastos de tal natureza abrangem situações como: compra de peças novas, reparos, contratação de mão de obra especializada e toda a documentação necessária para a execução das atividades.

### **3.6.2 Etapas de implantação da manutenção**

As atividades que envolvem as etapas são extremamente abrangentes, desta maneira se torna importante descrever minuciosamente como cada uma delas tende a acontecer, portanto serão apresentadas suas ideias principais. Impedir a degeneração dos equipamentos é algo primordial para justificar a real preocupação com a limpeza, lubrificação e aperto de parafusos (KARDEC e RIBEIRO, 2008). Ter domínio técnicos dos seguintes operadores é importante para que os mecanismos funcionem de forma fluida:

- Operar corretamente;
- Regulagem adequada;

- Inspeção de rotina;
- Mudança de linha com qualidade e agilidade;
- Maior dimensão nas inspeções periódicas;
- Reparos menores;
- Adicionar pequenas melhorias

Suas fases são divididas em três: Preparatória, Implementação e Ampliação. Das três etapas da implementação (limpeza inicial, combate às causas dos problemas e elaboração dos padrões de limpeza/lubrificação) todas são de extrema relevância para atingir o estado ideal para o local de trabalho a fim de manter as condições básicas ideais. Manter padronizados os meios de inspeção e lubrificação é um bom caminho para atingir as metas. Como lubrificar é uma forma eficaz de contribuir para o aumento da vida útil do equipamento, é possível elaborar padrões, confeccionados pelos usuários, através de listas de verificação que precisam abranger:

- Tempo necessário para inspeção e limpeza;
- Período entre atividades;
- Responsáveis pelas atividades;
- Levantamento de itens a serem limpos, inspecionados e ordenados;
- Método de execução;
- Descrever quais ferramentas foram utilizadas para fazer em tempo hábil e de forma segura.

### **3.6.3 Conhecimento sobre lubrificação**

Para aqueles que buscam se inteirar sobre os diversos benefícios que a lubrificação proporciona, é interessante manter constantes treinamentos para que sejam alcançados padrões a serem seguidos, governados por:

- Habilidade para inspecionar a qualidade dos lubrificantes assim como substituí-los;
- Conhecimento sobre o sistema de lubrificação;
- Conhecimento sobre os lubrificantes utilizados.

Os parâmetros de controle para este processo refletirão nos índices de produção e qualidade, todavia o processo de inspeção visual ainda é o principal sinal de quando se necessita de maior atenção neste assunto.

## 4 METODOLOGIA

A organização deste trabalho foi desenvolvida para colaborar na resolução dos problemas da central de ar condicionado e do elevador de passageiros do CREA-PE, utilizando o sistema de gestão de qualidade total. A metodologia foi dividida em cinco etapas principais: materiais e métodos, elaboração do questionário, observação das intercorrências, análise de falha e o plano de ação, conforme é esquematicamente mostrada na figura 1 abaixo:

**Figura 1:** Metodologia de organização utilizada para elevador e ar condicionado do 4º pavimento do CREA-PE



**Fonte:** O autor, 2023

### 4.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, a central de ar condicionado é composta pela condensadora e a evaporadora. A descrição do maquinário está na tabela 1.

**Tabela 1:** Descrição da central de ar condicionado do tipo split

<b>DESCRIÇÃO DO MAQUINÁRIO: CENTRAL DE AR CONDICIONADO</b>	
<b>CONDENSADORA MODELO RVT 250 CP</b>	
<b>Característica da máquina</b>	<b>Magnitude</b>
Vazão de ar (m <sup>3</sup> /h)	1700
Dimensionamento (mm)	1900
Pressão estática (mmca)	10 ~ 20
Potência do Motor (cv)	4
Peso aproximado (kg)	150

<b>EVAPORADORA MODELO RTC 250 CP</b>	
<b>Característica da máquina</b>	<b>Magnitude</b>
Capacidade Nominal (kcal/h)	72000
Dimensões (mm) : AxLxP	1300x1900x710
Dispositivo de expansão:	Válvula de expansão
Peso (kg)	110.

**Fonte:** O autor, 2023

Para o elevador do estudo, a obtenção do manual do usuário não foi possível. Porém, através da placa de identificação no comando elétrico, foi possível determinar as informações presentes na tabela 2.

**Tabela 2:** Descrição das características do elevador de passageiros (continua)

<b>ELEVADORES SUR S.A: QUADRO DE COMANDO</b>	
<b>Característica da máquina</b>	<b>Magnitude</b>
Nº da obra	8911

**Tabela 2:** Descrição das características do elevador de passageiros (conclusão)

<b>ELEVADORES SUR S.A: QUADRO DE COMANDO</b>	
<b>Característica da máquina</b>	<b>Magnitude</b>
Data	10/81
N° de paradas	04
Velocidade (mpm)	90
Simbologia	A3TG-SSD-22
Tensão do motor (V)	380
Frequência do motor (Hz)	60

**Fonte:** O autor, 2023

Para ambos equipamentos, a análise foi feita tendo o 4º pavimento como referência em virtude desta área ser responsável pela frequentemente utilização do elevador de passageiros, devido a utilização do auditório com capacidade para mais de 100 pessoas. Além de ser o pavimento mais elevado, é também o ambiente onde o sistema de climatização funciona diariamente. Todavia, para o elevador, o ambiente de estudo também é representado pela sala onde está o comando elétrico e o motor de tração, se estendendo para a cabina até o poço do elevador.

#### 4.2 ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

O questionário entregue para os 15 funcionários fixos do 4º pavimento é constituído por 10 perguntas objetivas com a finalidade de serem preenchidas de forma manual e rápida, com tempo aproximado de resposta até 5 minutos. A importância do documento está relacionada com o conhecimento prático dos equipamentos usados pelos usuários, o resultado do questionário auxiliou no direcionamento para a escolha das intercorrências que mais vezes se repetiram em paralelo com o número de reclamações.

As perguntas discutidas a seguir têm os mesmos sentidos e objetivos, tanto para o ar condicionado quanto para o elevador. Todavia, serão demonstradas apenas as perguntas para a central para que não haja repetibilidade de conteúdo. Por ser o local onde estão presentes as câmaras das engenharias, o 4º pavimento possui profissionais habilitados e competentes para responder o questionário de forma habilidosa, sendo representantes experientes em suas áreas de atuação.

1. Você acredita que a temperatura ambiente deste pavimento está confortável para as atividades ocupacionais?
2. Você sabe dizer quantas vezes por mês houve interrupção do sistema de climatização?
3. Na sua opinião, qual alternativa é mais proveitosa para o Conselho: reparar os equipamentos existentes ou comprar produtos novos para substituir os antigos?
4. Com qual frequência você foi questionado para conhecimento da sensação térmica ambiente?
5. Acredita que a empresa responsável atualmente por realizar a manutenção está cumprindo com o seu objetivo?
6. Você acredita que há fatores do ambiente climatizado que prejudicam a eficiência do ar condicionado?
7. O que é necessário fazer para corrigir esses fatores?
8. Você acha que o planejamento estratégico atual da manutenção funciona?
9. Você considera que esta situação atual de funcionamento perdura por muito tempo?
10. Quais considerações gerais você faria para melhorar o atual cenário?

Vale destacar que o preenchimento foi realizado de forma anônima, sendo importante para preservar a identidade do questionado, tornando as respostas o mais fidedigno possível, o que é reforçado com a não presença do questionador no mesmo ambiente que o questionado enquanto há preenchimento das respostas. Foram precisos

dois dias para que todos os alvos do questionário pudessem estar disponíveis para fornecer suas respostas.

#### 4.3 OBSERVAÇÕES DAS INTERCORRÊNCIAS

O Sistema de Informações Técnicas e Administrativas (SITAC) é uma ferramenta de dados internos para acesso dos colaboradores, empresas e órgãos ligados ao conselho. Os serviços prestados ao Crea-PE são registados de forma online através da citada plataforma, são também guardados o processo de compra de materiais e manutenções realizadas nas máquinas próprias do acervo desta autarquia. Por consequência, o número de ocorrências e as intervenções anteriores foram coletadas através deste sistema. Para isto, foram postos em discussão os chamados dos últimos 3 meses, incluindo protocolos abertos para reparos corretivos. Sendo postos em destaque os dois problemas mais recorrentes em ambos os maquinários.

#### 4.4 ANÁLISE DE FALHA

O diagrama de Ishikawa aplica-se aos problemas posteriormente ao seu acontecimento. Ou seja, de acordo com as informações coletadas no tópico 4.3, foi possível correlacionar os efeitos e suas possíveis respectivas causas reais. Sendo assim, foi de fundamental importância obedecer às etapas, anteriores a esta, elencadas pela metodologia, de maneira contínua para diminuir as inconsistências que prejudicavam os processos organizacionais da manutenção.

O grupo de trabalho foi composto pela equipe de profissionais técnicos fixos do Conselho, mais o coordenador e o gerente de manutenção, pondo em discussão os principais assuntos convergem para as quebras recorrentes e os efeitos resultantes das paradas para manutenções e suas respectivas causas. Após avaliar-se os motivos dos acontecimentos e priorizar aqueles que ofereciam maior probabilidade de impacto, tomou-se medidas cabíveis para resolução ou melhorias no processo, como referência aos dados obtidos e identificadas pelo diagrama.

#### 4.5 PLANO DE AÇÃO

Através do estabelecimento de uma linha de raciocínio cronológica para atitudes a serem tomadas objetivando solucionar ou diminuir a presença das intercorrências para



cada objeto estudado a fim de potencializar sua capacidade de funcionamento, o plano de ação pretende criar metas e prazos consistentes, listando as tarefas e seus possíveis impactos quando estas são aplicadas, além de estimar projeções quando não houver a execução destas atividades.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Tomando como partida a metodologia proposta no capítulo 4, a seção aqui descrita tem a finalidade de demonstrar os resultados alcançados através das cinco etapas principais, sendo iniciadas com os resultados advindos das respostas do questionário, logo em seguida a identificação de fato dos problemas, demonstrando o diagrama de ishikawa para cada um deles e quais as consequências dos problemas anteriores.

### **5.1 DADOS PROVENIENTES DO QUESTIONÁRIO**

Com o espaço amostral proposto, os 15 funcionários fixos do pavimento, foi possível constatar os recorrentes problemas enfrentados com a climatização do ambiente. De todos os entrevistados, 80% acreditam na ineficiência atual do sistema. Uma das situações mais caóticas para a climatização são os momentos onde há lotação total do auditório para os eventos vinculados à autarquia federal. O elevado fluxo de pessoas em paralelo com o isolamento térmico precário do salão favorece a troca de calor, proporcionando aumentos consideráveis na temperatura.

Coletando as respostas para o elevador de passageiros, 90% dos entrevistados passaram por situações perigosas com a máquina. Desde quedas causadas por desnivelamentos com cerca de 1 metro de diferença entre os patamares até os episódios de passageiros presos, dos dois objetos de estudo, certamente este é o que representou maiores desafios para soluções de problemas. Com a disponibilidade extremamente baixa, todos os colaboradores acreditam que a única opção viável para resolução total das inconsistências é a modernização total do equipamento.

### **5.2 OBSERVAÇÃO DE INTERCORRÊNCIAS**

Com um acompanhamento trimestral dos chamados realizados, através da tabela 3, foram coletadas diariamente, durante a primeira semana de estudos, as seguintes

temperaturas com 50% da capacidade de funcionamento do ar condicionado. Como é possível observar, as variações identificadas estão intimamente ligadas com a umidade relativa do ar. Mesmo operando com metade do seu potencial, o clima ambiente do pavimento ainda é agradável. Outro ponto a ser considerado na evaporadora de ar é o constante ruído apresentado no eixo do motor responsável por girar a turbina. Ou seja, para o ar condicionado o problema estudado são as altas temperaturas identificadas nos locais climatizados, tendo em vista ser a instabilidade mais recorrente.

**Tabela 3:** Acompanhamento da temperatura do ar condicionado antes do reparo

<b>TEMPERATURA DAS CENTRAIS DE AR CONDICIONADO DO 4º PAVIMENTO</b>					
<b>HORÁRIO: 12:00h</b>					
<b>UNIDADE DE MEDIDA</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>
Temperatura Externa (°C)	29	30	29	28	30
Umidade Relativa (%)	67	81	77	79	65
Temperatura Ambiente (°C)	27	28	27	26	27

**Fonte:** O autor, 2023

Relatando as observações inerentes ao elevador de passageiros, o primeiro ponto que requer atenção são dois tipos de desnivelamento, sendo considerado inicialmente aquele entre as extremidades das portas do elevador. Estas duas com abertura horizontal que se movimentam em sentidos opostos estão com uma diferença considerável entre a área superior e inferior no momento em que se encontram para que ocorra o translado

entre pavimentos. O segundo desnivelamento é entre a cabina e o pavimento. Quando a máquina de elevação sobe, a cabina para cerca de 10 mm abaixo do ideal, quando está descendo o equipamento para 10 mm acima, em situações eventuais ocorrem diferenças de alturas mais perigosas, como visto na figura 2. Ou seja, reforçando que esses problemas nos equipamentos foram os mais apontados no sistema SITAC, para o elevador de passageiros o problema a ser considerado são os constantes desnivelamentos entre cabina e pavimento

**Figura 2:** Desnivelamento entre pavimento e cabina do elevador



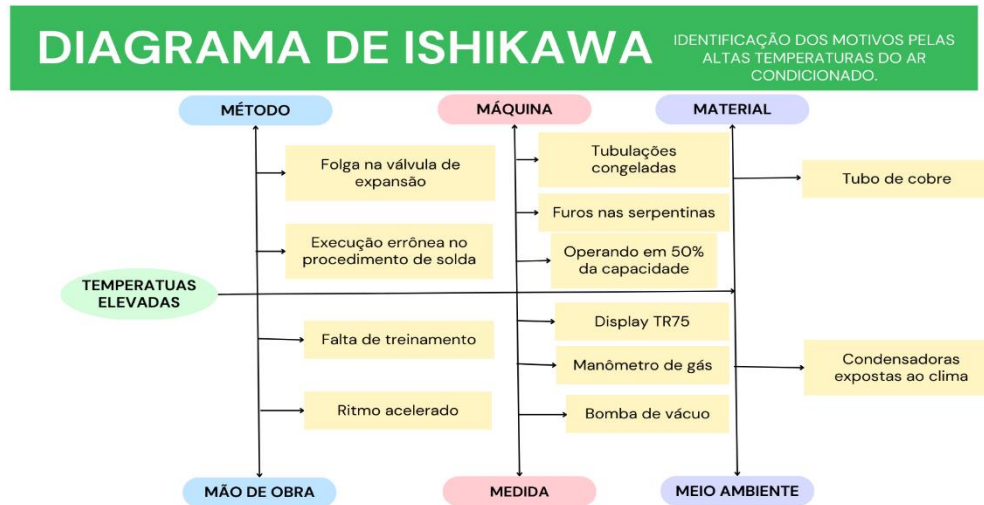
**Fonte:** O autor, 2023

### 5.3 ANÁLISE DE FALHAS: DIAGRAMA DE ISHIKAWA

#### 5.3.1 Central de Ar Condicionado (Altas temperaturas ambiente)

Conforme demonstrado na figura 3 abaixo, tem-se o Diagrama de Ishikawa para a definição das possíveis causas raízes para as altas temperaturas identificadas na central de ar condicionado do quarto pavimento. Utilizando o conceito de brainstorming, das visitas a campo e das aberturas de chamados da equipe técnica no período pré-estabelecido com a equipe de manutenção, as possíveis causas foram divididas em seis categorias (Método, Matéria-Prima, Mão de Obra, Máquinas, Medidas e Meio Ambiente) propostas como método foram os princípios utilizados para identificação da fonte da anormalidade.

**Figura 3:** Diagrama de ishikawa para a baixa eficiência da central de ar condicionado do 4º pavimento.



Fonte: O autor, 2023

## 1. Método

Analisando os processos e procedimentos do trabalho realizado pela equipe externa responsável pela operacionalização do equipamento, ao serem realizadas as manutenções mensais na condensadora da central de ar condicionado, há a verificação do nível de pressão nas tubulações. Esta atividade é executada tirando-se a arruela da válvula de expansão. Uma possível causa de congelamento consiste no escape do fluido refrigerante pela válvula em caso de apertos parciais no referido item ao término da atividade, causando as altas temperaturas. Todavia, exigindo-se nessa situação a melhor fiscalização por parte da equipe interna com a equipe externa, é importante verificar se a pressão está sendo realmente mensurada no prazo estabelecido pelo plano de manutenção.

Nas intervenções dentro dos 3 meses estudados, foram necessárias soldas nas serpentinas da condensadora. Segundo Gomes (2018), procedimento de solda requer o método adequado para sua execução, não havendo esta conduta, outra causa possível para esse vazamento é o escape do fluido por um local onde já houve um reparo anterior, acarretando retrabalho, indisponibilidade da máquina e perda financeira de insumos.

## 2. Mão de obra

A equipe externa, regida por contrato, deve executar as manutenções necessárias em tempo hábil, havendo situações onde os funcionários estejam em ritmo acelerado ou sobrecarregados no momento de intervir no equipamento, pode-se gerar os motivos suficientes, em paralelo com o mencionado na etapa de métodos, para o problema abordado. A equipe interna, formada por indivíduos com formação técnica na área elétrica, não possuem o treinamento adequado para execução das atividades voltadas a refrigeração, a partir desta capacitação, o nível de desenvolvimento da manutenção é elevado favorecendo a disponibilidade do equipamento.

## 3. Máquina

A primeira intercorrência considerada consiste nas soldas efetuadas na serpentina da unidade condensadora secundária, sendo o primeiro passo a identificação do congelamento das tubulações que dão vazão para o processo de resfriamento do gás. Nessa situação, conforme afirma Incropera (2007), ocorre uma transição rápida para a elevada quantidade de gás entre ambientes, saindo da alta pressão para um de baixa pressão, criando um processo célere de expansão, resultando em uma reação endotérmica, o que provoca o congelamento instantâneo como mostra a figura 4.

**Figura 4:** Congelamento da tubulação da unidade condensadora indicando possível vazamento



**Fonte:** O autor, 2023

Como também é possível observar na figura 5, existiam dois vazamentos no equipamento, um pelo lado esquerdo e outro pelo lado direito. Considerando o funcionamento do filtro, item que antecede a válvula de expansão, em casos de entupimento causados por impurezas na tubulação, pode ocorrer o congelamento das tubulações. Este sintoma, caso não seja previamente considerado, leva a um diagnóstico errôneo de vazamento.

**Figura 5:** Processo de identificação de pontos de fuga através da aplicação de gás 141B e estearato de sódio



**Fonte:** O autor, 2023

Ao ser aberto o comando elétrico das condensadoras, foi possível observar que o inversor do compressor foi removido e instalado um contator em seu local (figura 6), o que é inadmissível, pois ocorre a partida direta do compressor sem que haja as condições ideais de preparo do fluido lubrificante antes que seja posto em funcionamento. Além deste fato, a falta do inversor do motor do ventilador também foi percebida (figura 7), havendo em seu lugar um contator, que, no momento descrito, estava ocorrendo curto, ou seja, também havia um contator exercendo uma função que não era adequada às suas especificações técnicas. De acordo com o manual da fabricante, Hitachi (2014), o inversor é responsável por controlar o fluido do compressor e distribuir os comandos elétricos corretamente no tempo ideal para que cada componente do sistema inicie suas atividades.

Por fim, em casos como os aqui mencionados, em última instância, servem como dispositivo de proteção contra surtos, evitando que outros componentes sejam deteriorados. A unidade condensadora de compressor fixo encontrava-se com erro de comando elétrico secundário e teve seu inversor do motor do ventilador removido (figura 8).

**Figura 6:** Contator inapropriado    **Figura 7:** Contator do ventilador    **Figura 8:** Inversor removido



**Fonte:** O autor, 2023



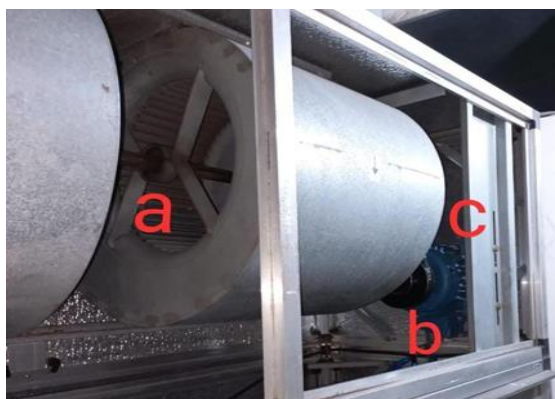
**Fonte:** O autor, 2023



**Fonte:** O autor, 2023

A estrutura do eixo da evaporadora possui três rolamentos: (ponto a), o segundo no eixo do motor (ponto b) e o terceiro na extremidade oposta (ponto c), estando ligado por uma correia plástica do tipo B42, demonstrados na figura 9. A presença de impurezas na evaporadora torna-se responsável por dificultar o movimento, sendo assim, foi observado que o filtro da máquina estava fora do especificado pelo manual da máquina, que deveria ser de classe G4, o que não estava acontecendo.

**Figura 9:** Disposição da turbina na estrutura da evaporadora



**Fonte:** O autor, 2023

Analisando os rolamentos, foi identificado que a unidade presente no ponto a encontra-se totalmente deteriorada, fazendo com que o anel interno e externo mantenha o atrito, sendo uma possível causa para a turbina rotacionar de forma prejudicial, interferindo na temperatura fornecida pela central. Todavia, esta observação traz maior atenção para troca dos outros dois componentes, visto que suas durabilidades são semelhantes em razão de serem do mesmo modelo.

#### 4. Medida

A compra de inversores e compressores descartados nos últimos três meses, dados coletados através do setor de compras via SITAC, foi alarmante para determinar este efeito como resultado de um problema maior: o sistema de proteção contra a variação de surtos. Outra atividade registrada no sistema com bastante repetibilidade foram supressões de vazamentos nas unidades condensadoras do equipamento. Considerando o funcionamento do ar condicionado, as medidas mais utilizadas foram a observação dos níveis de pressão das tubulações, acompanhamento da estrutura do comando elétrico e a frequência da coleta de dados três vezes ao dia no termostato da fabricante honeywell, modelo TB3026B representado na figura 10 à esquerda, responsável por apresentar as configurações atuais da máquina e, por consequência, as temperaturas atingidas.

Observando os termostatos dos outros pavimentos, mesmo com a capacidade de funcionamento idêntica, e os modelos dos equipamentos serem exatamente iguais, as temperaturas alcançadas são diferentes. Uma possível causa dessa discrepância é o fato de nos outros andares o termostato ser um modelo mais novo da mesma fabricante, TR-75, mostrado à direita da figura 10. O que pode levar a um erro de medida, em paralelo com a coleta das magnitudes de pressão de maneira errada.



**Figura 10:** Termostatos eletrônicos TB3026B e TR 75 para a unidade evaporadora



**Fonte:** O autor, 2023

## 5. Material

As causas que podem estar vinculadas com os materiais mais utilizados nos últimos três meses. Um exemplo recorrente é a substituição de tubulações com diâmetros diferentes dos especificados pela fábrica, prejudiciais ao funcionamento, sendo utilizadas com a justificativa de ser em caráter emergencial.

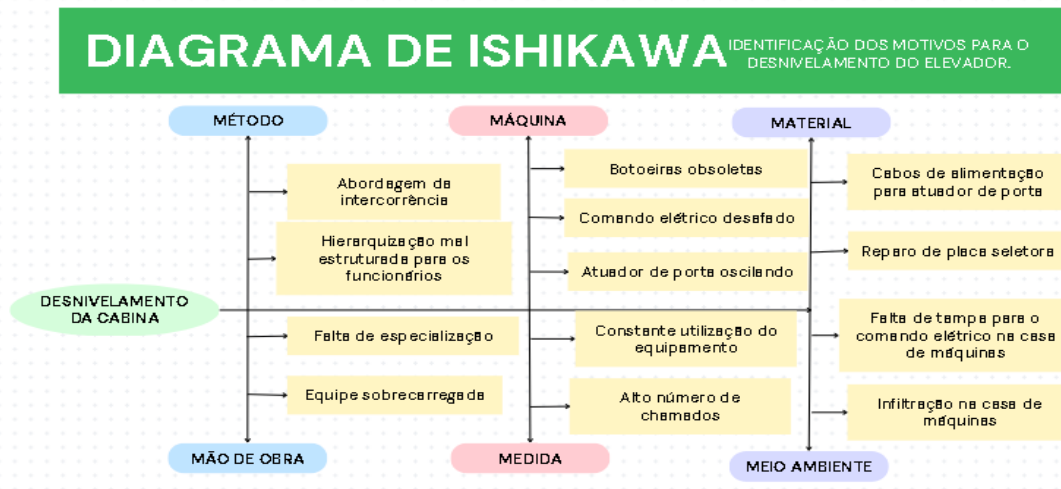
## 6. Meio ambiente

Para a instalação das unidades condensadoras, é mais alarmante o estado de conservação estrutural. O local é aberto ao ar livre, onde folhas de árvores, poeiras e detritos em geral podem se sedimentar, adicionado à maior capacidade de corrosão por estar constantemente exposta à ação da chuva e dos raios solares. Essas características do local interferem diretamente no desempenho na máquina, decaindo consideravelmente sua vida útil.

### 5.3.2 Elevador de Passageiros (Desnívelamentos contínuos)

Mediante a necessidade de identificação dos motivos pelos quais o elevador de passageiros da sede do CREA-PE apresenta recorrentes episódios de desnívelamento, fez-se necessário levantar as possíveis justificativas para a restauração das condições ideais de uso para o elevador em questão. Para isso, seguiram-se os itens elencados na figura 11.

**Figura 11:** Diagrama de Ishikawa para o desnivelamento do elevador de passageiros



Fonte: O autor, 2023

## 1. Método

Em decorrência da repetibilidade dos desnivelamentos apresentados pelo equipamento e visitação da equipe externa de funcionários com a mesma frequência das intercorrências, foi observado a trivialização dos meios de identificação das possíveis causas por parte dos profissionais terceirizados. Como os problemas são os mesmos (desnivelamento da cabina, portas abrindo e fechando continuamente e ultrapassagem dos limites do fim de curso), os métodos de realização do trabalho são sempre os mesmos, o que limita a performance da equipe.

Outro procedimento causador de dificuldades é o ordenamento de quais funcionários irão ser utilizados conforme a gravidade da descontinuidade. Por a máquina ser de um modelo antigo, poucos são os técnicos que sabem manejá-la com propriedade. Dentre os que formam a equipe, há apenas um deles que demonstra maior facilidade para recuperar o equipamento quando está há muitos dias parado. Neste caso, seria mais apropriado trazê-lo sempre que houver intercorrências no elevador estudado,

## 2. Mão de Obra

A falta de conhecimento adequado para a manipulação resulta em muito tempo de trabalho investido sem que haja o retorno esperado. Desta forma, uma maneira de reparar essa situação é utilizar o profissional mais experiente e conhecedor das características do

maquinário para que sirva como exemplo para os demais e os ensine a como se comportar em situações previsíveis de repetição. A quantidade de pessoas que formam a equipe de manutenção pode ser uma justificativa plausível para a permanência dos problemas, de modo que ao executar os reparos, transparece a situação do mesmo indivíduo está sendo solicitado em outros chamados, fazendo-o desconcentrar e não realizar a demanda conforme poderia.

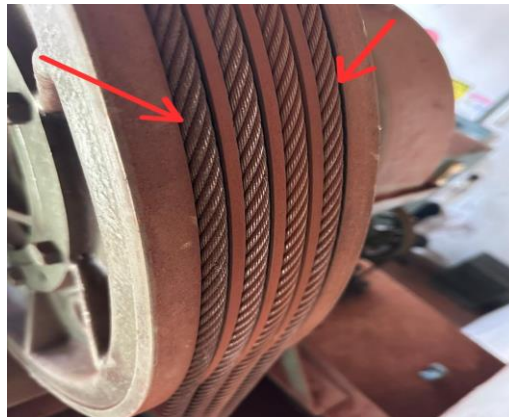
### 3. Máquina

Os componentes eletromecânicos (relés e contadores) antigos causam falhas indesejáveis, mau contato e paralisações desnecessárias, desconforto nas viagens e paradas, substituição de toda fiação, como cabos de comandos e chicote no poço. O equipamento foi encontrado parado durante vários dias durante o início da manhã, totalmente desnivelado no quarto pavimento. Nestas oportunidades, três vezes houveram colaboradores presos na cabina ou caindo dela, causando transtornos e reclamações.

Também foi constatado uma deterioração da placa responsável por comandar tanto a subida quanto a descida do objeto de estudo. O equipamento permaneceu reconhecendo o comando apenas quando o passageiro permanecia apertando o botão para o andar que desejava, sendo assim, foi impossibilitado o uso do equipamento e a placa precisou ir ao laboratório. Ao que compete às botoeiras, estas estão obsoletas e com estética prejudicada. Destaque para o botão de descida do segundo pavimento que não funciona.

Ao verificar a máquina é possível observar os primeiros sinais de espelhamento nos cabos de elevação, além disso, considerando os conceitos apresentados pela disciplina de máquinas de elevação, é possível identificar que não há a elevação padrão no encaixe polia-cabo, tornando possível inferir que o longo período de tempo sem que haja substituição do item e os agentes físico-químicos do ambiente potencializou a deterioração do objeto, como pode ser visto na figura 12. Destaque para o quarto cabo, à direita da foto, que visivelmente possui espessura inferior aos demais.

**Figura 12:** Cabos de içamento e polia desgastadas



**Fonte:** O autor, 2023

#### 4. Medida

A principal medida que enfrenta-se atualmente é o grande intervalo de tempo com o elevador parado. Isto acontece com frequência pelo motivo de haver baixa quantidade de peças para estoque, ou praticamente nenhuma. É intuitivo constatar este fato tendo em vista que o elevador possui mais de 40 anos, o que o torna obsoleto. Outra medida bastante desagradável é o elevado número de chamados executados ao longo das semanas, pelo menos quatro vezes, entre os cinco dias úteis, é preciso abrir um chamado para verificação do que está havendo, o que desgasta tanto a relação CREA x Versátil, como também baixa a confiabilidade entre colaboradores e elevador. Outro aspecto que causa incômodo é a velocidade de transporte do elevador, levando um tempo muito superior ao comum para percorrer uma distância relativamente pequena.

#### 5. Material

Os materiais identificados que podem estar relacionados com possíveis causas são diversos, dadas as características do objeto estudado, sendo listados da seguinte maneira de acordo com a máquina: relés do painel de comando, óleo para lubrificação da máquina de tração, peças para o atuador de portas, guias, freio de segurança, porta de pavimento, botoeiras e sinaleiras, aliado com a preocupação em lidar com a integridade física das pessoas. Considerando que não há peças disponíveis no mercado, há intervenções mais simples e diretas a serem executadas. A placa seletora apresenta recorrentes solicitações

de reparo em laboratório, sendo um dos primeiros componentes a ser verificado quando há corte de limite, dado seu histórico recente. Outra delas é a substituição do cabo de alimentação do atuador de porta, visto que o mesmo encontrava-se com vários pontos com quebra, como pode ser visto na figura 13 abaixo

**Figura 13:** Cabo de alimentação do atuador de porta



**Fonte:** O autor, 2023

A matéria prima disponível para auxiliar nas possíveis causas do desnivelamento em virtude de oscilações das suas dimensões em razão de desgaste por agentes físicos são 88 metros, aproximadamente, de cabo de aço inox, com alma de aço e Configuração: 6 x 19S, diâmetro de 1/2" - 12,7 mm, carga de ruptura mínima do cabo de aço sendo 101,63 kN e categoria de resistência 1.770 N/mm<sup>2</sup> e massa aproximada kg/m: 0,38 kg/m. Ou outro modelo com características similares. Os tirantes precisam ser para cabos de natureza e dimensões compatíveis com o especificado anteriormente. Por fim, as abraçadeiras para fixação dos demais materiais deste tópico.

## 6. Meio ambiente

As características que englobam a seção de ambiente estão intimamente ligadas com as atividades que envolvem a manutenção do funcionamento do equipamento. São nesses momentos que a falta de tampa no comando elétrico e as recorrentes infiltrações proporcionam preocupação elevada com os índices de segurança do equipamento. Além destes fatos, por não haver nenhuma abertura além da porta de entrada, o local onde está instalado o comando elétrico possui temperaturas elevadíssimas.

Conforme pode ser visto na figura 14, os cabos estão em processo de oxidação e começando a demonstrar o acúmulo de partículas advindas destes componentes nas imediações do motor responsável por executar a elevação do elevador (região marrom na base da estrutura responsável por fixar o motor, representando o depósito de impurezas que foram soltas dos cabos). Esta característica indica a real necessidade de substituição desses cabos, pois sua integridade física está sendo posta à prova. Além disso, há a contribuição na sujeira presente na casa de máquinas, o que terminantemente vai contra ao que é exibido pelas normas regulamentadoras.

**Figura 14:** Partículas soltas do cabo de içamento



**Fonte:** O autor, 2023

Este fato ocorre em razão do longo período sem que haja a troca do item mencionado anteriormente, segundo dados internos, os cabos atuais foram instalados no ano de 2012, o que torna a situação mais urgente, resultando na análise ainda mais criteriosa para a justificativa da substituição dos mesmos.

#### 5.4 PLANO DE AÇÃO

Avaliando as circunstâncias físicas dos objetos de estudo, em paralelo com a análise dos ambientes onde estão inseridos, comparando a situação idealizada demonstrada a partir dos manuais do usuário, tornou-se necessário elaborar um plano de ação para que as condições mínimas de funcionamento sejam restabelecidas e, a partir deste ponto, gerenciar de forma estratégica, as manutenções preventivas futuras.

Como afirma Kardec e Ribeiro (2008), criar um planejamento para efetuar os reparos deve ser tão importante quanto qualquer outra etapa da execução das atividades,

visto que todas as intervenções necessitam ser bem calculadas e distribuídas para que não haja perda de mão de obra, tempo e energia com seções que não demandam equilibradamente tais insumos.

Desta forma, com base nessas diretrizes, vistas as deficiências demonstradas pelas condições do maquinário, os dados técnicos básicos propostos pelos manuais serviram como fundamento para sintetizar as atividades a serem executadas, com maior ênfase para aplicar aos itens que estão relacionados com os conceitos de segurança e eficiência, pontos principais a serem abordados pelo setor de manutenção.

O plano de ação foi confeccionado em formato de planilha, para cada um dos mecanismos, objetivando o fácil entendimento deste, tendo cada atividade sua periodicidade, que também teve como forma avaliativa para definição as recomendações traçadas pelos manuais, bem como as considerações obtidas do estudo de campo.

Como existem mais fatores a serem avaliados e alterados nas mais diversas áreas da estrutura física do Conselho, a gestão decidiu deslocar as atividades da autarquia para outra edificação, dando margem para realização das melhorias previstas a partir do mês de maio. Desta forma, as atividades seguirão uma ordem cronológica para os itens de segurança e possíveis causadores de intercorrência, do mais complicado ao mais simples.

O plano de ação elaborado terá a estrutura dividida nas seguintes etapas:

- Descrição da intervenção;
- Prioridade (alta, média e baixa);
- Área técnica do equipamento (elétrica, mecânica e física);
- Observações (abreviada como “OBS”)

#### **5.4.1 Central de ar condicionado**

Dadas as intercorrências descritas, analisando o manual, existem determinados pontos que podem e devem ser melhorados com a finalidade de diminuir ou evitar a repetibilidade dos ocorridos. Dentre eles estão: verificação dos cabos que interligam evaporadora e condensadora, substituição de inversores e contadores danificados, trocas de serpentina e substituição dos rolamentos da evaporadora.

Além disso, executar a limpeza dos locais de instalação da evaporadora, proporcionar uma cobertura com abertura apenas no local onde sai o ar aquecido para a condensadora e controlar a entrada e saída destes ambientes, para apenas os membros da

manutenção, são atitudes que podem ser observadas no quadro 1 a seguir. Vale destacar que a estimativa de tempo considerada foi adquirida através de reuniões entre a coordenação da autarquia e as empresas responsáveis por executar as mudanças.

**Quadro 1:** Plano de ação para a central de ar condicionado (continua)

<b>PLANO DE AÇÃO - CENTRAL DE AR CONDICIONADO HITACHI 25 TR</b>						
<b>Nº</b>	<b>Descrição da intervenção</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Área</b>	<b>OBS</b>	<b>Tempo</b>	<b>Responsável</b>
1	Troca das serpentinas de cobre com as mesmas dimensões e espessura do padrão de fábrica.	Alta	Física	Seguir padrão de fábrica	Relacionado com o item 5: estimativa de três dias para execução	Marcelo Sampaio
2	Troca do cabeamento de alimentação do comando elétrico do conjunto evaporadora/condensadora	Alta	Elétrica	Cabo PP 3x4m m	O prazo de execução estipulado para os três estarem funcionando adequadamente é de quinze dias de trabalho.	Roberto Silva e Fábio Santos
3	Instalação do sistema de proteção contra surtos (DPS) para proteção dos inversores e contadores novos a serem adquiridos	Alta	Elétrica	Compatível com o consumo do equipamento		
4	Aquisição e instalação do inversor do compressor para retorno do funcionamento em 100% de sua capacidade máxima.	Média	Mecânica	Modelo: 132F001 Danfoss ou similar		



**Quadro 1:** Plano de ação para a central de ar condicionado (conclusão)

<b>PLANO DE AÇÃO - CENTRAL DE AR CONDICIONADO HITACHI 25 TR</b>						
<b>Nº</b>	<b>Descrição da intervenção</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Área</b>	<b>OBS</b>	<b>Tempo</b>	<b>Responsável</b>
5	Execução do teste de estanqueidade para verificação de possíveis vazamentos	Alta	Mecânica	Utiliza-se da bomba de vácuo	Relacionado com o item 1: estimativa de três dias para o teste.	Fábio Santos
6	Troca dos três rolamentos da turbina da evaporadora	Alta	Física	Rolamento: SA205-16	Estimativa de três dias para a troca..	Marcelo Sampaio
7	Limpeza do ambiente onde a evaporadora está instalada	Baixa	Física	Retirada dos aparelhos eletrônicos para descarte	Estimativa de dois dias para a limpeza	Marcelo Sampaio
8	Cobertura da área onde está instalada as condensadoras	Baixa	Física	Proteger as condensadoras dos agentes físicos	Estimativa de uma semana de serviço	Marcelo Sampaio
9	Troca do termostato digital para captação dos dados fidedignos à realidade	Médio	Mecânica	Adição do termostato TR-75	Estimativa de dois dias de execução	Fábio Santos

**Fonte:** O autor, 2023

#### **5.4.2 Elevador de passageiros**

Por se tratar de um equipamento que envolve um grau de complexidade maior em razão dos diversos sistemas que proporcionam seu funcionamento, o plano de ação para

o elevador de passageiros precisou ser estratificado de forma mais detalhada e complexa. Visto o número de intercorrências e as condições atuais do objeto estudado, foi decidido executar uma modernização completa do equipamento. Para os dados discutidos neste trabalho, os tópicos do projeto serão os seguintes:

- Casa de máquinas;
- Portas e operadores de cabina;
- Botoeira de cabina;
- Adequação para a cabina;
- Adequações locais;

O prazo total de três meses para realização de todas as melhorias é estimado pela equipe de manutenção. O detalhamento de cada grupo de ações será expresso no quadro 2 abaixo.

**Quadro 2:** Plano de ação para o elevador de passageiros (continua)

<b>PLANO DE AÇÃO - ELEVADOR DE PASSAGEIROS SUPERDINA 04 PARADAS</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Área</b>
<b>1. CASA DE MÁQUINAS</b>		
<b>1.1. Quadro de comando:</b>		
1.1.1. Instalação do ACSD - Automático coletivo com seleção na descida.	Alta	Elétrica
1.1.2. Cancelamento das chamadas falsas na cabina.	Baixa	Física
1.1.3. Adição do variador de frequência.	Alta	Elétrica
1.1.4. Proteção contra falta ou inversão de fase na rede elétrica.	Alta	Elétrica
1.1.5. DPS – dispositivo protetor de surto e/ou inversor.	Alta	Elétrica
1.1.6. Troca de cabos elétricos de manobras para interligação com a cabina.	Alta	Elétrica
1.1.7. Adição de cabos elétricos blindados para interligação com o motor de tração.	Alta	Elétrica
<b>1.2. Máquina de tração:</b>		
1.2.1. Correção dos vazamentos e ajuste do conjunto de tração.	Média	Mecânica
1.2.2. Pintura da máquina de tração	Baixa	Física
<b>1.3. Limitador de velocidade:</b>		
1.3.1. Adição do novo conjunto mecânico com contato elétrico.	Alta	Mecânica
1.3.2. Revisão e teste do conjunto existente.	Médio	Mecânica

**Quadro 2:** Plano de ação para o elevador de passageiros (conclusão)

<b>PLANO DE AÇÃO - ELEVADOR DE PASSAGEIROS SUPERDINA 04</b>		
<b>PARADAS</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Área</b>
<b>2. PORTAS E OPERADORES DE CABINA:</b>		
<b>2.1. Painéis de portas de cabina:</b>		
2.1.1. Troca dos corrediços horizontais com abertura central em aço inoxidável escovado.	Alta	Mecânica
2.1.2. Substituição das roldanas com rolamentos e revestidas em nylon.	Média	Mecânica
2.1.3. Adição de guias duplas em “X” horizontais em cada painel.	Baixa	Física
<b>2.2. Operador de portas:</b>		
2.2.1. Instalação de motor com acionamento eletrônico, protegido contra falta de fase ou sobrecarga.	Alta	Elétrica
<b>3. BOTOEIRA DE CABINA:</b>		
3.1. Botões com acionamento em micro movimento, registro iluminado de chamada realizada e gravação em Braille.	Alta	Física
3.2. Botão de alarme.	Alta	Física
3.2. Botão do pavimento de acesso destacado dos demais.	Alta	Física
3.4. Gravação na tampa da botoeira.	Alta	Física
<b>4. ADEQUAÇÕES PARA CABINA:</b>		
4.1. Sistema de emergência: alarme, intercomunicador e iluminação alimentada por bateria.	Alta	Elétrica
4.2. Substituição das chaves limites finais de curso.	Alta	Mecânica
4.3. Substituição dos sensores no topo da cabina	Alta	Mecânica
<b>5. ADEQUAÇÃO DOS LOCAIS:</b>		
<b>5.1. Casa de Máquinas:</b>		
5.1.1. Substituição do quadro de força adequado a norma ABNT 5410 – chaves seccionadoras blindadas com fusíveis NH, cabos de força (elétrico) até os motores.	Alta	Elétrica
5.1.2. Adição de cabos de aterramento.	Alta	Elétrica
5.1.3. Instalação de luz de emergência sobre cada máquina de tração.	Média	Elétrica
5.1.4. Revisão das fixações e pintura das calhas no piso.	Baixa	Física
<b>5.2. Caixa de corrida:</b>		
5.2.1. Interruptor de emergência e tomada no fundo do poço.	Alta	Elétrica
5.2.2. Iluminação instalada na caixa de corrida.	Alta	Elétrica
5.2.3. Fiações elétricas e calhas de proteção.	Alta	Elétrica
5.2.4. Escada no poço	Alta	Física

**Fonte:** O autor, 2023

Conforme planejamento estratégico for sendo implantado, serão identificadas possíveis carências que tornem necessárias mudanças nos tópicos deixando espaço para que os colaboradores possam deixar evidentes suas sugestões para posterior análise.

## **6 CONCLUSÕES**

Com este estudo, realizado na Conselho Regional de Engenharia e Agronomia em Pernambuco (CREA-PE), foi adquirido o importante conhecimento, de forma detalhada, para o funcionamento e possíveis causas para as intercorrências ocorridas no elevador de passageiros e central de ar condicionado deste conselho, atendendo não apenas o estado de conservação deles, mas também o nível de disponibilidade dado a quantidade de solicitações diárias as quais estão expostos, independentemente do cenário em que estejam atuando.

Na Coordenação de Manutenção e Serviço (CMS), ocorria uma carência latente para a difusão do planejamento das atividades para solução à longo prazo dos problemas recorrentes nos equipamentos em sua responsabilidade, principalmente em razão de os planos de manutenções e atividades relacionados a este não auxiliarem como deviam em virtude do estado de conservação das máquinas.

Partindo deste princípio, além da elaboração do plano de ação, por consequência houve o entendimento geral que, apesar das possíveis dificuldades geradas com a finalidade de mudar-se a sede da autarquia, é indispensável partir para a execução deste requisito básico. Em sintonia com as outras coordenações, fez-se comum acordo para executar todas as intervenções necessárias na edificação, independente da área técnica de conhecimento.

Através da visita a campo, para ambos os casos, foi identificado a necessidade de alterar o sistema elétrico de alimentação e aterramento. Além destes pontos em comum, para a troca de rolamentos, soluções de vazamentos, troca de cabos de içamento e troca de comandos eletrônicos é necessário a total parada dos equipamentos, o que geraria ainda mais transtorno em situações comuns de utilização da edificação.

Objetivando atingir as metas do plano, tornou-se necessário estipular as datas necessárias para cumprir cada item elaborado, trazendo qualidade para os serviços prestados, aumentando a credibilidade não só do conselho, mas também das empresas terceiras que estão envolvidas no processo. Com a implementação das mudanças, acredita-

se que acompanhar e estipular índices de desenvolvimento, nos casos relacionados, para cumprimento das manutenções de acordo com a necessidade, seja possível analisar a evolução do maquinário.

Com base nas considerações feitas, o olhar investigativo e as condições críticas para o estado de operação dos objetos de estudo foram consequências naturais do desenvolvimento deste trabalho, proporcionando a repetibilidade de ações ao longo do cotidiano para proporcionar o entendimento da rotina de execução das atividades de manutenção e conhecimento daqueles que diariamente usam os equipamentos.

Por fim, o aprofundamento de conceitos e atitudes ligadas à manutenção de equipamentos robustos como estes proporcionam uma base de conhecimento abrangente. Todavia, dado o nível de etapas que a empresa estudada necessita passar, haja vista sua configuração de órgão público, tornou-se difícil a celeridade da execução, acarretando na possível inicialização a partir do mês de maio deste ano, data está marcada para mudança de local do conselho. Favorecendo e dando margem para trabalhos futuros analisando os ganhos adquiridos com estas mudanças.

## REFERÊNCIAS

- BOOTH, K. **Critical security studies and world politics**. Boulder: Lynne Rienner Publishers Inc, 2005.
- COSTA, M. D. **Gestão estratégica da manutenção**: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013. Disponível em: [https://issuu.com/redeindustrial/docs/2012\\_3\\_mariana](https://issuu.com/redeindustrial/docs/2012_3_mariana). Acesso em: 10 jan, 2023.
- DUARTE, J.; BARROS, A. **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2006.
- FRASSON, I. **Critérios de eficiência, eficácia e efetividade adotados pelos avaliadores de instituições não governamentais financiadoras de projetos sociais**. 201. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82184>. Acesso em: 23 jan, 2023.
- GOMES, L. F. **Estudo da influência do posicionamento do dispositivo de expansão em um ar-condicionado split**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13719?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13719?locale=pt_BR). Acesso em: 17 jan, 2023.
- HITACHI. **Manual de instalação**: unidades modulares linha RVT/RTC e RUV/RUT. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/111633703-Unidades-modulares-linha-rvt-rtc-e-ruv-rut.html>. Acesso em: 15 jan, 2023.
- INCROPERA, F. P. **Fundamentos de transferência de calor e massa**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2007.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro: QualityMark, 2009.
- KARDEC, A.; RIBEIRO, H. **Gestão estratégica e manutenção autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.
- KOCH, R. **O princípio 80/20**: os segredos para conseguir mais com menos nos negócios e na vida. Belo Horizonte: Gutenberg, 2015.
- LAFRAIA, J. R. **Manual de confiabilidade manutenabilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualimark, 2001.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2012.
- SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. de; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, /S.

*l.*, v. 1, n. 1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351>.  
Acesso em: 6 jan. 2023