

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

PORTFÓLIO ACADÊMICO

PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

**CLEIDSON FREITAS FREIRE
LEANDRO JOSE PEREIRA
RENILVANIA ALINE DE LIMA**

**CLEIDSON FREITAS FREIR E
LEANDRO JOSE PEREIRA
RENILVANIA ALINE DE LIMA**

PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, curso de graduação em Engenharia Mecânica.

ORIENTADOR

Prof. Me. Caio Pinheiro Carvalho

PRESIDENTE DA BANCA

Prof.^a. Dr.^a. Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira

CONVIDADO

Prof^o Dr^o Evandro Pereira da Silva

**LAVRAS-MG
2022**

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento Técnico
da Biblioteca Central do UNILAVRAS

T866p Freire, Cleidson Freitas.
Portfólio Acadêmico: Planejamento de manutenção preventiva /
Cleidson Freitas Freire, Leandro Jose Pereira, Renilvania Aline de
Lima. – Lavras: Unilavras, 2022.

69f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação Engenharia Mecânica) – Unilavras,
Lavras, 2022.

Orientador: Prof. Caio Pinheiro Carvalho.

1. Manutenção. 2. Planejamento. I. Pereira, Leandro Jose. II. Lima,
Renilvania Aline de. III. Carvalho, Caio Pinheiro (Orient.). IV. Título.

Dedico primeiramente a Deus,
meu pai Agenor e minha mãe,
Vera e meu filho João e a família
que estão comigo.

Dedico primeiramente a Deus,
aos meus pais Joao e Ilidia e
toda a família que estão comigo.

Dedico a Deus, aos meus pais
e minha família que são meus
amores incondicionais.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me guiado nesta trajetória e aos meus pais Agenor Freire e Vera Freitas juntamente do meu filho João Ítalo, irmãos Tailler Freire e Tatiane Freire e primos Elan Oliveira e Paulo Freire, primas Cristina Maia e Bethania Freitas bem como tias Lúcia Freitas, Rosalva Freire e Aparecida Freire, tios Jânio Freire e José Freitas, também aos professores e empregados Unilavras.

Aos amigos Celso Jorge (*in memoriam*), Breno Pinheiro, Marcelo Germano, Paulo Jacinto, Clécio Oliveira, Éder Lima, Jean Reis, Ademir Abreu, Maurílio Freire, Daniel Lima, Jefferson Santana, Cláudio Pacheco, José Carlos, Cláudio Passos, João Passos, Wesley Lima, Rafael Vilela, Júlio Santucci e Rodrigo Freire e amigas Kelly Cassoli e Sandra Reis.

Fazendo jus ao companheirismo, ressalto Josimar Brassarotto, Silvio Bertho, Ricardo Pereira, Marcelo Almeida, Antônio Idelvam, Nísio Castro e Marcelo Leite.

Saliento meus colegas de trabalho Alfredo Calsavara, Renato Menezes, Renilvânia Lima, Engel Fernandes, Elias Pereira, Ismael Alves, Jean Mendes, Ricardo Vigorito e Alisson Mafra.

Após a coordenação do curso de engenharia ser assumida pelo Professor Evandro Pereira, foi motivador elevando a qualidade do curso.

Com bastante honra, ressalto o estímulo e entusiasmo do nosso orientador Mestre Caio Pinheiro.

Cleudson Freitas Freire

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua presença e por abençoar esta trajetória até o presente momento.

Aos meus pais que sempre estiveram comigo, Ildia Carvalho Pereira e João José Pereira, meus irmãos, parentes próximos e a toda família que me apoiaram, auxiliaram nos momentos de dificuldade;

Aos professores, orientadores e colaboradores da Unilavras, pelo apoio e ótimo atendimento ao aluno, que prestaram ao longo da graduação. Aos colegas de estudo, pelos trabalhos em grupo e parceria durante o curso.

Amigos e conhecidos que contribuíram de alguma forma para que pudesse chegar até aqui. Agradeço aos meus mentores da área e de minha vida, que acreditaram e confiaram em mim, deste o começo.

Leandro Jose Pereira

AGRADECIMENTOS

Agradecimento primeiramente a Deus por ter me dado a sabedoria e saúde para realizar e concluir com êxito o trabalho.

A minha família, em especial aos meus pais Rosangela e Antônio Carlos, que sempre foi a minha base, me apoiando e direcionando para que conseguisse realizar o meu sonho. Aos meus irmãos Jessica e Gelson, pelos conselhos e incentivos e ao meu cunhado Ezequiel pelo apoio desde do início do curso.

Aqueles amigos particulares mais próximo, pelo incentivo e pelos momentos difíceis me apoiando em especial, ao meu quarteto Andreiza, Thiago, Luciene e Hyago serei eternamente grata.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão do curso, meu muito obrigada!

Renilvânia Aline de Lima

*Se cheguei até aqui, foi porque
me apoiei no ombro dos gigantes.*

*Isaac Newton
(1643-1727)*

LISTAS DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time To Repair
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora.
NM	Norma Mercosur
PM	Professional Maintenance
SAP	Systema Analysis Programmentwicklung.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Célula Robotizada de Solda.....	15
Imagem 2 - Servo Motor eletromecânico	18
Imagem 3 - Recomendações do Fabricante Fabuc sobre Manutenção Preventiva	22
Imagem 4 - Exemplo de plano de corte.....	25
Imagem 5 - Exemplo de meio corte.....	25
Imagem 6 - Exemplo de corte em desvio	26
Imagem 7 - Direção da hachura	26
Imagem 8 - Hachuras em montagens	27
Imagem 9 - Plano de Manutenção exposta no SAP	28
Imagem 10 - Dimensionamento do poço.....	33
Imagem 11 - Montagem da cabina.....	37
Imagem 12 - Check list de serviços.....	40
Imagem 13 - Encurtamento do cabo da polia tensora.....	42
Imagem 14 - Análise de falhas por computador de bordo.....	43
Imagem 15 - Vazamento de óleo	45
Imagem 16 - Polia com rolamento estourado.....	47
Imagem 17 - Fluxograma	50
Imagem 18 - Fluxo operacional.....	51
Imagem 19 - Amortecedor.....	51
Imagem 20 - Equipamento Solda Simultânea	53
Imagem 21 - Manutenção Preventiva.....	56
Imagem 22 - Parâmetros no SAP PM - Cadastro do equipamento - Transação IL01	58
Imagem 23 - Cadastro das tarefas do plano - IA10.....	59
Imagem 24 - Criação do plano preventivo - Transação IP42	59
Imagem 25 - Ordem de serviço	60
Imagem 26 - Procedimento de manutenção	60
Imagem 27 - Indicador - Cenário preventiva	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação ABC.....	49
Quadro 2 - Descrição do funcionamento dos equipamentos.....	52
Quadro 3 - Quadro classificação ABC.....	52
Quadro 4 - Decomposição da máquina.....	54
Quadro 5 - Especificação do almoxarifado.....	55
Quadro 6 - Plano de manutenção Preventiva.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1	Contextualização da vivência do aluno Cleidson	13
2.1.1	Atividades desenvolvidas: conceito de célula robotizada para solda... 13	
2.1.1.1	Referência estudada na matéria de Robótica.....	16
2.1.1.2	Referência estudada na matéria de Automação Industrial	17
2.1.1.3	Referência estudada na matéria de Soldagem.....	18
2.1.2	Atividades desenvolvidas: premissas técnicas para elaboração de um plano de manutenção Preventivo	19
2.1.2.1	Referência estudada na matéria de Manutenção Industrial.....	20
2.1.2.2	Referência estudada na matéria de Elementos de Máquinas I	23
2.1.2.3	Referência estudada na matéria de Desenho Técnico Mecânico.....	25
2.1.3	Atividades desenvolvidas: premissas técnicas para execução e controle de um plano de manutenção Preventivo	27
2.1.3.1	Referência estudada na matéria de Informática e Linguagem de Programação	28
2.1.3.2	Referência estudada na matéria de Estágio 02	29
2.1.3.3	Referência estudada na matéria de Engenharia de Materiais	30
2.2	Contextualização da vivência do aluno Leandro	31
2.2.1	Montagem e acompanhamento de obras seguindo projeto estrutural e mecânico.....	32
2.2.1.1	Dimensionamento das medidas do poço.....	32
2.2.1.2	Seleção do modelo do elevador	34
2.2.1.3	Montagem e instalação.....	35
2.2.1.4	Instalação elétrica, eletrônica	38
2.2.2	Manutenção Preventiva.....	38
2.2.2.1	Verificações de todo o equipamento, seguindo roteiro de execução.....	39
2.2.2.2	Encurtamento no cabo da polia tensora	41
2.2.3	Manutenção corretiva.....	42

2.2.3.1	Análise de falhas	43
2.2.3.2	Retirada de vazamento de óleo	44
2.2.3.3	Reparo em polia de desvio da máquina	46
2.3	Contextualização da vivência da aluna Renilvânia Aline de La	48
2.3.1	Classificação ABC das máquinas/equipamentos	48
2.3.2	Análise das funções e sistemas dos equipamentos	53
2.3.3	Elaboração de um plano de manutenção preventiva para uma máquina de solda	56
3	AUTOAVALIAÇÃO	62
3.1	Autoavaliação do aluno Cleidson	62
3.1.1	Desenvolvimento profissional	62
3.1.2	Desenvolvimento pessoal	62
3.1.3	Perspectivas de formação continuada	63
3.2	Autoavaliação do aluno Leandro Jose Pereira	63
3.2.1	Desenvolvimento profissional	63
3.2.2	Desenvolvimento pessoal	64
3.2.3	Perspectivas de formação continuada	64
3.3	Autoavaliação da aluna Renilvânia Aline de Lima	64
3.3.1	Desenvolvimento profissional	64
3.3.2	Desenvolvimento pessoal	64
3.3.3	Perspectivas de formação continuada	65
4	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1 INTRODUÇÃO

No presente trabalho são expostas as experiências vivenciadas pelos alunos do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS, durante as atividades desenvolvidas no estágio, onde cada graduando adquiriu conhecimentos práticos e teóricos em diversas áreas.

Eu, Cleidson Freire fiz o estágio na fábrica de peças automotivas no município de Lavras, Minas Gerais. O objetivo foi demonstrar as etapas de planejamento, controle e execução da técnica de manutenção de Ativos.

Eu, Leandro Pereira realizei o estágio junto à uma empresa de manutenção e conservação de elevadores, que atua em todo sul de Minas Gerais, onde presenciei, em Lavras, as atividades. O objetivo foi realizar procedimentos de vendas, manutenção, e verificação dos equipamentos.

Eu, Renilvânia, graduanda do curso Engenharia Mecânica no Centro Universitário de Lavras - Unilavras, realizei o meu estágio em uma fabricante de peças, cujo objetivo foi acompanhar no planejamento e programação de manutenções preventivas em equipamentos.

Os objetivos específicos desse portfólio foram: escolher o local para o estágio; fazer anotações e registros fotográficos das atividades observadas e correlacionar os registros com as disciplinas do curso e a literatura científica atual.

A importância das vivências foi adquirir conhecimentos técnicos, utilizados nas realizações, visando novas experiências e compreensão das tarefas profissionais dentro da área.

2 DESENVOLVIMENTO

Este portfólio é fruto da vivência dos alunos do curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), com o intuito de adquirir conhecimentos e experiências dentro da área.

Neste tópico serão apresentadas as vivências dos alunos de forma individual, na seguinte sequência: Cleidson, Leandro e Renilvânia.

2.1 Contextualização da vivência do aluno Cleidson

Ingressei no curso de Engenharia Mecânica devido ao interesse na área da Manutenção de Ativos Industriais.

Desde criança, por volta dos 4 anos de idade, as atividades e curiosidades referentes à Mecânica já me causavam interesse, devido ao meu pai ser caminhoneiro. Na adolescência, fiz um curso técnico e comecei a atuar na área de manutenção e aos 18 anos, em uma multinacional fabricante de veículos, ingressei na faculdade de Administração de Empresas, na Newton Paiva em Belo Horizonte, pois queria exercer cargo de liderança. Posteriormente, fiz uma pós graduação na área de Processos Mecânicos de Fabricação e já são 25 anos de experiência na área de manutenção de Ativos Industriais.

2.1.1 Atividades desenvolvidas: conceito de célula robotizada para solda

“A chegada das máquinas, do vapor, da eletricidade, da eletrônica, do transistor e, mais recentemente, do chip, alavancaram mudanças inacreditáveis na tecnologia, nos processos de produção e na metodologia de pesquisa” (MARRAS, 2000, p. 22).

Em sua série Eu, Robô, Isaac Asimov, cria as Três Leis da Robótica em uma tentativa literária de controlar a competição dos robôs com os seres humanos, estas leis são:

1ª) Um robô não pode machucar um ser humano, ou, por omissão, permitir que um ser humano se machuque.

2ª) Um robô deve obedecer às ordens recebidas pelos seres humanos, a não ser no caso de estas ordens entrarem em conflito com a primeira lei.

3ª) Um robô deve proteger sua própria existência, contanto que tal proteção não entre em conflito com a primeira ou segunda leis (ASIMOV, 1978; CARNEIRO, 2022).

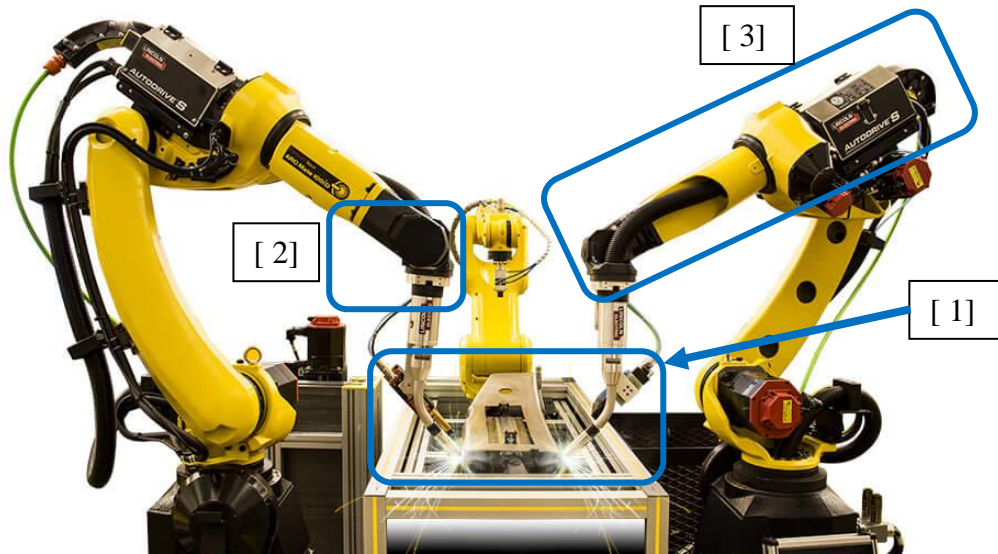
Das diferentes definições do que seja um robô, o ponto principal é a palavra reprogramável. O robô é uma máquina que pode ser reprogramada para desempenhar diferentes funções.

A robótica evoluiu através de diferentes gerações de robôs. As fronteiras de uma geração para a outra, nem sempre são nítidas.

A junção dessas duas invenções trouxe uma revolução para as fábricas no mundo, que permitiu substituir a mão de obra humana, por mão de obra robotizada. Como toda inovação, essa substituição trouxe prós e contras, como prós cita-se: maior velocidade da solda em relação a manual; constância de trabalho; qualidade e acabamento da solda; precisão de trajetória na solda; tirar trabalhadores de uma profissão insalubre que oferece riscos à saúde como desvantagens podemos citar : a necessidade de complexa programação; o fato da solda ter que ser feita em um local específico; muito tempo para programar o processo e custo do equipamento de um robô industrial de solda.

Devido ao seu alto nível de precisão e repetibilidade, a responsabilidade do produto final recai sobre o gabarito de fixação, onde a peça que será produzida é montada pelo operador, para que possa ser soldada. Um dos componentes da célula, a mesa H, possui dois lados, e permite que o operador possa realizar a troca da peça mesmo com a máquina trabalhando. O equipamento está ilustrado na Figura1:

Imagem 1 - Célula Robotizada de Solda



Fonte: Fanuc America Representative (2022a).

Na Figura 1, podemos verificar o esquema básico de célula robotizada de solda, contendo a garra [1] e punho de solda [2], bem como a interligação orbital [3].

Os robôs de soldagem são compostos por três partes principais, que podem ser observadas na Imagem 1, sendo elas:

- a) Braço robótico - parte responsável pelo movimento em si, que conta com os atuadores, sensores e a estrutura de movimentação.
- b) Gabinete de acionamento - parte que é responsável por receber as informações dos sensores e comandar os atuadores e periféricos do robô, onde pode-se chamá-lo de cérebro do robô, sendo responsável por executar todas as instruções.
- c) Terminal de programação - Parte onde você “ensina” o manipulador as ações que ele deve realizar, onde você realiza a programação *on line* do mesmo.

Um breve relato de experiência profissional tive contato em 1998 quando trabalhava na montadora de automóveis em Betim na manutenção de placas eletrônicas no setor de Laboratório eletrônico onde tinha de trocar componentes e testar junto dos operadores e programadores as referidas placas, e foi assim até 2005, depois tive oportunidade de participar do Projeto Interpressas (Instalação de 17 linhas de processos de estampagem contendo 96 Robôs) nesta mesma empresa e foi

quando tive meu primeiro contato com projeto industrial de instalação e preparação de produção de linha robotizada na estamparia, o qual fiquei como Líder de Instalação até 2007, daí retornei em 2012 para área de robótica na empresa Comau (Fabricante de Robôs de origem italiana) ficando como pós venda e assistência técnica até retornar para manutenção de fábrica agora como coordenador de contrato num cliente do Paraná (fabricante de embalagens longa vida) ficando responsável por 03 Robôs (KUKA) para que os processos fossem assegurados com garantia do produto da empresa, fiquei fora do mercado até 2018 quando agora faço parte da manutenção e dentre 850 equipamentos temos 8 células robotizadas (Motoman, Fanuc e ABB) as quais temos de além de efetuar manutenção corretiva, agora também elaborar e cumprir plano preventivo.

2.1.1.1 Referência estudada na matéria de Robótica

No contexto operacional, comparando-se a mão de obra humana e robotizada, verificamos que nesta segunda, teremos vantagens como não se cansarem, sem pagamento de salário, mantém uniformidade produtiva, situações ambientais não específicas como ar condicionado, luz, silêncio, etc. E como desvantagens os robôs tem movimentos limitados e parte eletrônica de memória restritos.

O principal fator que impede a adoção em massa de robôs nas indústrias é o alto custo. O tempo necessário para recuperar o investimento inicial em um robô (custos de compra, instalação e manutenção) depende do benefício financeiro obtido pelo retorno de seu uso. Este tempo não é fixo, e depende do tipo de fábrica onde o robô será instalado e de sua aplicação. Em princípio, devem-se considerar as seguintes condições:

- » número de empregados substituídos pelo robô;
- » número de turnos por dia;
- » acréscimos na produtividade; custo de projeto;
- » custo dos equipamentos periféricos; custo de manutenção (SANTOS; GORGULHO JÚNIOR, 2014, p. 18-19).

Quanto ao número de eixos contidos na fabricação de robôs notamos em geral, que possuem entre três a seis peças, no que leva a gerir o termo “graus de liberdade” (LAMB, 2015, p. 195), como sendo números de articulações independentes usados na movimentação do robô. Como exemplo temos grau 6 uma vez que tem seis eixos articulados.

2.1.1.2 Referência estudada na disciplina de Automação Industrial

Sendo a automação industrial operada por humanos segue regras mediante as atividades produtivas, serão executadas por um sistema tecnológico tomando-se por eventuais problemas técnicos não se esquecendo da qualidade e segurança.

Atualizando o tipo de sistema usado na célula robotizada em análise nota-se que se trata de um sistema aberto dividido em duas partes:

- a) parte operacional é uma parte do sistema que atua diretamente no processo e é uma somatória de elementos que fazem com que a máquina se mova e realize a operação desejada. Sendo elementos que formam a parte operacional são usados: motores, cilindros pneumáticos, válvulas, e também dispositivos de detecção como sensor indutivo.
- b) parte de controle é a parte programável do sistema é implementada com a ajuda do CLP (Controlador Lógico Programável).

Devido ao grande volume de dados e componentes eletrônicos, o utilizam-se os CLPs e computadores industriais para o controle de máquinas e processos.

Na automação industrial comparando o ser humano que necessita dos sentidos para perceber o que está acontecendo à sua volta, as máquinas precisam de sensores e transdutores para captarem as informações.

Além de captar variáveis, estes componentes devem ser capazes de distinguir a variação de certas magnitudes do sistema e o próprio estado físico de outros componentes (SILVEIRA, 2011).

Os atuadores são adequados para movimentos angulares e de rotação, com ou sem controle de velocidade. É o elemento final de controle que em resposta a um sinal de comando recebido, efetivamente responsável pelo movimento de cada eixo sincronizado e sendo utilizado o servo motor indicado na figura 2:

Figura 2 - Servo Motor eletromecânico



SERVO MOTOR

Fonte: Silveira (2011).

O PLC (Controlador Lógico Programado) por ser indicado para ambientes industriais tornam a relação de operação e execução da solda utilizando sistemas de entrada e saída de informações e o gerenciamento usado é o método de programação computacional usando todas informações em tempo real (LAMB, 2015, p. 71).

Um robô industrial é definido pela ISO 8373(ano) como um 'manipulador polivalente automaticamente controlado, reprogramável, programável em três ou mais eixos'. Na indústria, o termo robótica é definido como o projeto e a utilização de sistemas de robôs para a manufatura

No robô articulado utiliza articulações rotativas para acessar seu espaço de trabalho, as articulações são agrupadas em sistemas interligados, de modo que uma articulação sustente outra localizada mais adiante na sequência. Outra tratativa usada para se referenciar os robôs articulados é o 'braço robótico' (LAMB, 2015, p. 195).

2.1.1.3 Referência estudada na disciplina de Soldagem

Iniciando o processo de soldagem MIG/MAG, primeiro iremos conceituar o processo.

A soldagem MIG/MAG utiliza a energia do arco elétrico como fonte de calor, conduzida pelo próprio eletrodo (arame) nu. O calor gerado na reação funde a ponta do eletrodo (arame) e se deposita em uma porção, que é gerada na superfície do metal de base (peça) para formar a solda (metal fundido). Esse processo pode ser definido como automático, quando o deslocamento da ponta é executado mecanicamente por um equipamento sem ajuda de operador.

A solução gasosa tem a função de proteger a poça de fusão, as porções de metal fundido e o arame de todo tipo contaminante por gases atmosféricos. Ela foi escolhida para metal aço Carbono. Dessa forma, o gás alimentado externamente continua, e sobre o arco e a poça de fusão (metal líquido) sendo usada mistura. Gases usados no processo:

Argônio (Ar); hélio (H); dióxido de carbono (CO₂); oxigênio (O₂).
A finalidade de adicionar até 3% de gás ativo no argônio é estabilizar o arco elétrico de soldagem.
Os arames de soldagem têm a função de agir como o polo positivo do circuito de soldagem, além de serem ao mesmo tempo o metal de adição, em que a energia de soldagem gerada forma o arco elétrico. Como a temperatura deste é maior do que o ponto de fusão do arame, ele se funde e é depositado na poça de fusão.
Os equipamentos de soldagem para processo MAG em geral são fonte de energia corrente contínua (CC), e para o processo MIG em geral, fonte de energia corrente alternada (CA) com controle do nível de corrente de soldagem, transportador de arames, cabos, tocha de soldagem, arame-eletrodo, gás de proteção, ferramentas e material de segurança (SANTOS, 2015, p. 59-61).

Na fonte de solda é usado um motor de transporte em que se possa efetuar a variação do número de rotações, com a qual se regula a velocidade de avanço do arame, que é fornecida em metros/minuto.

A fonte de soldagem é considerada a fonte de alimentação elétrica para a formação do arco voltaico utilizado no processo de soldagem. Emitir o controle adequado dos valores de corrente e o de voltagem, contudo para o controle do arco elétrico e isso realizado o processo de fixação e acabamento da solda na peça, finalizando e atendendo itens de qualidade.

2.1.2 Atividades desenvolvidas: premissas técnicas para elaboração de um plano de manutenção Preventivo

Foi desenvolvido a fim de elaborar e propor um plano de manutenção preventiva para a área mais crítica da organização em estudo: o setor de solda.

No cenário em que a indústria está inserida nos dias de hoje, uma gestão de manutenção eficiente se faz necessária, para que se mantenha um alto índice de confiabilidade das máquinas, diminuindo o número de paradas inesperadas. O trabalho se fundamentou em uma literatura consolidada sobre o assunto, utilizando

diversos autores como fonte. O resultado do estudo foi um plano de manutenção preventiva completo, pronto para a implantação, com a elaboração de formulários e também processos a serem seguidos que irão garantir uma correta gestão da manutenção dos equipamentos e uma constante revisão do material elaborado utilizando a metodologia de melhoria contínua (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2017).

Conforme a necessidade de se criar e controlar um plano de manutenção preventivo de célula robotizada na empresa que trabalho, foi necessário além da premissa básica de ser habilitado tecnicamente, o princípio foi conhecer o programa SAP (neste eu aprendi sobre o tema nesta que atuo como Líder de Manutenção, responsável pela programação e controle da manutenção da planta de Lavras).

Foi necessário primeiro a aprender como as células são abastecidas e quais tipos de soldas elas executariam, para isso acompanhei por volta de 20 a 40 horas por célula conversando com os envolvidos da manutenção, engenharia e produção. Coletados estes dados fui até os manuais para junto dos conhecimentos acadêmicos adquiridos buscar elaborar um plano de manutenção robusto.

2.1.2.1 Referência estudada na matéria de Manutenção Industrial

“Manutenção preventiva: manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento do item” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT], 1994, p. 7).

Um dos grandes desafios da indústria nacional e mundial é resolver o problema da perda produtiva, fato esse que se tornou inaceitável para a indústria devido à alta demanda por produtos industrializados. Essa perda pode ser gerada por vários fatores, sendo que os mais comuns são:

- a) quebra de máquina;
- b) falha humana;
- c) velocidade de produção baixa.



Diariamente usando a robotização percebe-se que o controle do processo promove a redução de refugos de materiais e intercorrências ligadas à saúde ocupacional, qualificando esta mão de obra em outros setores como manutenção.

“Como causa principal de todas essas mudanças encontram-se a globalização da economia e abertura dos mercados, ocasionando uma concorrência acirrada entre produtos na década de 90” (MARRAS, 2000, p. 31).


O maquinário em estudo (Célula de Solda Robotizada de peças metálicas estampadas) é responsável por realizar a soldagem do produto em sua última etapa de produção, mantendo um alto nível de repetibilidade e qualidade do produto. Uma vez programada, o robô repete os movimentos com um grande nível de precisão e qualidade de acabamento dos produtos.

Este trabalho pretende elaborar e apresentar um plano de manutenção preventiva, que se mostra necessário, em um momento onde a única manutenção realizada hoje se trata da corretiva, como já dito anteriormente, e que servirá de base para que o setor de manutenção consiga garantir um maior nível de confiabilidade e disponibilidade das máquinas e equipamentos da organização. A seguir na Figura 3 é apresentado fontes confiáveis de informações técnicas de acordo com manual do fabricante.

Figura 3 - Recomendações do Fabricante Fabuc sobre Manutenção Preventiva



FANUC SOUTH AMERICA EQUIP. DE AUTOMACAO E SERVICOS LTDA.
Av. Embaixador Macedo Soares, 10.001
Vila Anastácio - São Paulo / SP - CEP 05095-035
Ph: +55 (11) 3619-0599
Fax: +55 (11) 3619-0577
www.fanucamerica.com



FANUC South America
Customer Resource Center

Descrição dos Serviços de Manutenção Preventiva em Robôs FANUC

- Backup de Arquivos, Imagem e Controlador (quando disponível);
- Verificação da posição física "zero" do robô, e suas respectivas marcas;
- Troca da bateria de encoder e CPU;
- Verificação da eficiência de frenagem quando acionado freio;
- Lubrificação do robô conforme preconizado no manual;
- Inspeção visual do cabeamento do robô quando acessível;
- Limpeza total do controlador: ventiladores / sub-módulos da CPU / Servo Amplificador / placa de EMG / etc.
- Verificação da fixação dos terminais dos painéis do robô;
- Verificação dos níveis de tensão dos painéis do robô;
- Verificação de operação do robô de acordo com os comandos do Teach Pendant;
- Inspeção geral da unidade mecânica (danos físicos, excesso de folgas, vibração anormal, etc.);
- Verificação de nível de corrente nos motores via software (Disturbance);
- Fornecimento de laudo técnico com os dados levantados em campo;
- Elaboração da lista de peças conforme laudo técnico;

O **Contratado** irá realizar serviço de manutenção preventiva como manutenção de rotina. Todos os serviços são projetados para atender cada especificação de manutenção com intuito de reduzir riscos de downtime e melhorar a longevidade e confiabilidade do equipamento;

O **Contratado** irá registrar todas as peças defeituosas ou que possam apresentar defeitos em curto prazo para substituição após a manutenção preventiva, as quais, estarão mencionadas em laudo técnico como sugestão de troca de peças e/ou recomendações para melhor desempenho.

O **Contratante** deverá disponibilizar o equipamento para a execução das atividades listadas bem como infraestrutura e insumos necessários para realização das mesmas (ponto de ar comprimido próximo ao local de manutenção do equipamento, graxas e baterias adquiridas previamente com o setor de peças da FANUC South America).

REV.05_2018

Fonte: Fanuc America Representative (2022b).

Nesta abordagem entrarei com conceitos de Manutenção para entender e captar o maior teor técnico para empregá-los na formação do plano de manutenção preventivo.

A manutenção preventiva visa evitar as paradas de produção não planejadas, por falha ou desgastes nos equipamentos. Ela, também, busca prevenir acidentes e a degradação das linhas de produção.

Quando as manutenções preventivas são executadas corretamente e com a frequência necessária, as manutenções corretivas são evitadas.

Existem alguns critérios utilizados para definir a frequência que serão realizadas as manutenções preventivas:

- a) produtividade: de acordo com o número da produção é realizada a limpeza, lubrificações e pequenas manutenções
- b) tempo: quando é estipulado um intervalo de tempo para que a manutenção seja feita

c) Utilização: Baseia-se na instrumentação para verificar a quantidade de uso de um equipamento e assim determinar que seja feita a manutenção (ARAÚJO, 2022,p2).

Na manutenção preventiva será utilizado checklist de itens a serem verificados e ajustados às condições técnicas da célula Robotizada. A produção de tal ferramenta assume papel de destaque para uma boa implementação do plano preventivo.

2.1.2.2 Referência estudada na matéria de Elementos de Máquinas I

O êxito em projetar produtos competitivos, enquanto se previnem falhas mecânicas prematuras, só pode ser alcançado de modo consistente pelo reconhecimento e avaliação de todos os modos de falhas potenciais que podem governar o projeto de uma máquina e de cada peça individual dentro desta máquina. Se um projetista estiver preparado para reconhecer os modos potenciais das falhas, ele ou ela deverá estar pelo menos familiarizado com o conjunto dos modos de falha realmente observados em campo e com as condições que levam àquelas falhas. Para um projetista ser eficaz na prevenção de falhas deve ter um bom conhecimento do trabalho com técnicas analíticas e/ou empíricas para a prevenção de potenciais falhas no estágio de projeto, antes de a máquina ser construída. Estas previsões devem, então, ser transformadas em seleção de material, determinação da forma e estabelecimento das dimensões de cada peça, para garantir uma operação segura e confiável por toda a vida útil do projeto. Fica claro que a análise de falha, predição e perspectivas de prevenção formam a base para o projeto bem-sucedido de qualquer máquina ou elemento de máquina (COLLINS, 2019).

Análise de Força como um dado prático, em equipamentos reais não há cargas concentradas, não há momentos puros, não existem apoios simples ou vínculos engastados. Estas simplificações analíticas são, não obstante, essenciais na modelagem de sistemas de forças, de tal forma que o projetista possa calcular as tensões e os deslocamentos induzidos nas peças dos equipamentos com precisão suficiente, como resultado de um esforço razoável (COLLINS, 2019).

Para o estudo dos efeitos da concentração de tensões, os concentradores de tensões podem ser classificados como ou altamente locais ou amplamente distribuídos. Concentradores de tensões altamente locais são aqueles para os quais

o volume de material contendo a concentração de tensões é uma porção desprezível do volume total do elemento sob tensão. Concentradores de tensões amplamente distribuídos são aqueles para os quais o volume de material contendo a concentração de tensões é uma porção significativa do volume total do elemento sob tensão. Para o caso de uma concentração de tensões altamente local, o tamanho e a forma global do componente sob tensão não são significativamente alterados pelo escoamento na região da concentração de tensões. Para o caso de uma concentração de tensões amplamente distribuída, o tamanho e a forma global do componente sob tensão são significativamente alterados pelo escoamento na região da concentração de tensões. Pequenos furos e raios de concordância podem normalmente ser vistos como concentrações de tensões altamente locais, vigas curvas, ganchos curvos e engates com olhais e manilhas podem normalmente ser classificados como casos de concentração de tensões amplamente distribuída (COLLINS, 2019).

Na Seleção do Processo de Fabricação a escolha de matéria-prima disponível no estoque, peças com dimensões, condições técnicas de construção especificados pelo fabricante é usado na construção do plano de manutenção. Sendo ressaltados conforme:

1. Tipo, forma e propriedades da matéria-prima;
2. Propriedades desejadas da peça acabada, inclusive resistência, rigidez, ductilidade e tenacidade;
3. Dimensão, forma e complexidade da peça acabada;
4. Tolerâncias requeridas e acabamento superficial especificado;
5. Número de peças a serem produzidas;
6. Disponibilidade e custo de investimento do equipamento exigido;
7. Custo e tempo de obtenção para a ferramentaria requerida;
8. Taxa de sucateamento e custo de reelaboração;
9. Tempo e requisitos de energia para o processo em geral;
10. Segurança do trabalhador e impacto ambiental (COLLINS, 2019, p. 278).

Resumindo usaremos meios de avaliação de conformação de formas de ligas e peças metálicas os itens fluxo de materiais fundidos; deformações plásticas de metais para gabaritos e junções de peças.

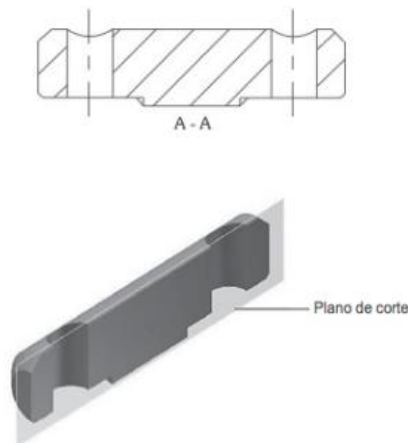
2.1.2.3 Referência estudada na matéria de Desenho Técnico Mecânico

Representação de vistas em cortes.

Nos desenhos técnicos, além da representação da parte externa das peças, muitas vezes é necessário detalhar a parte interna. Para isso se utilizam cortes nas peças (CRUZ, 2014, p. 80-84).

- a) corte total: a peça é cortada totalmente, usando um plano de corte. Veja na Imagem 4 um plano de corte representado a linha que corta toda a peça e ilustra a vista A-A.

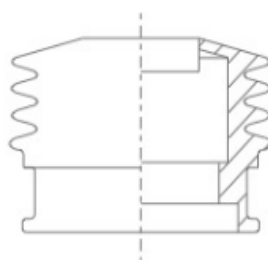
Imagem 4 - Exemplo de plano de corte



Fonte: Cruz (2014, p. 80-84).

- b) meio corte: utilizada para peças simétricas, em que apenas metade desta é mostrada em corte, a outra metade se mantém em vista. Neste desenho não é necessário sombreamento de partes do desenho, conforme Imagem 5 abaixo.

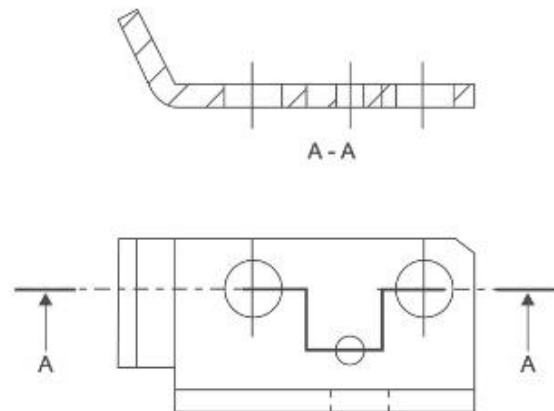
Imagem 5 - Exemplo de meio corte



Fonte: Cruz (2014, p. 80-84).

- c) corte em desvio: é usado para que possam e sejam ilustrados alguns detalhes exemplificados por mais de um plano de corte com detalhes não alinhados.

Imagem 6 - Exemplo de corte em desvio



Fonte: Cruz (2014, p. 80-84).

- d) hachuras representam tipos de materiais em áreas cortadas em desenho técnico.

Em uma mesma peça, as hachuras devem ter sempre direção idêntica, conforme a Imagem 7.

Imagem 7 - Direção da hachura

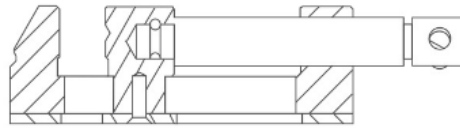


Fonte: Cruz (2014, p. 80-84).

Quando se trata de uma montagem, as hachuras das peças adjacentes devem ter direções ou espaçamentos diferentes. O mesmo se aplica para uma mesma peça “soldada, rebitada ou colada” (CRUZ, 2014, p. 80-84).

Na Imagem 8 detalhei as hachuras em uma posição de visualização.

Imagem 8 - Hachuras em montagens



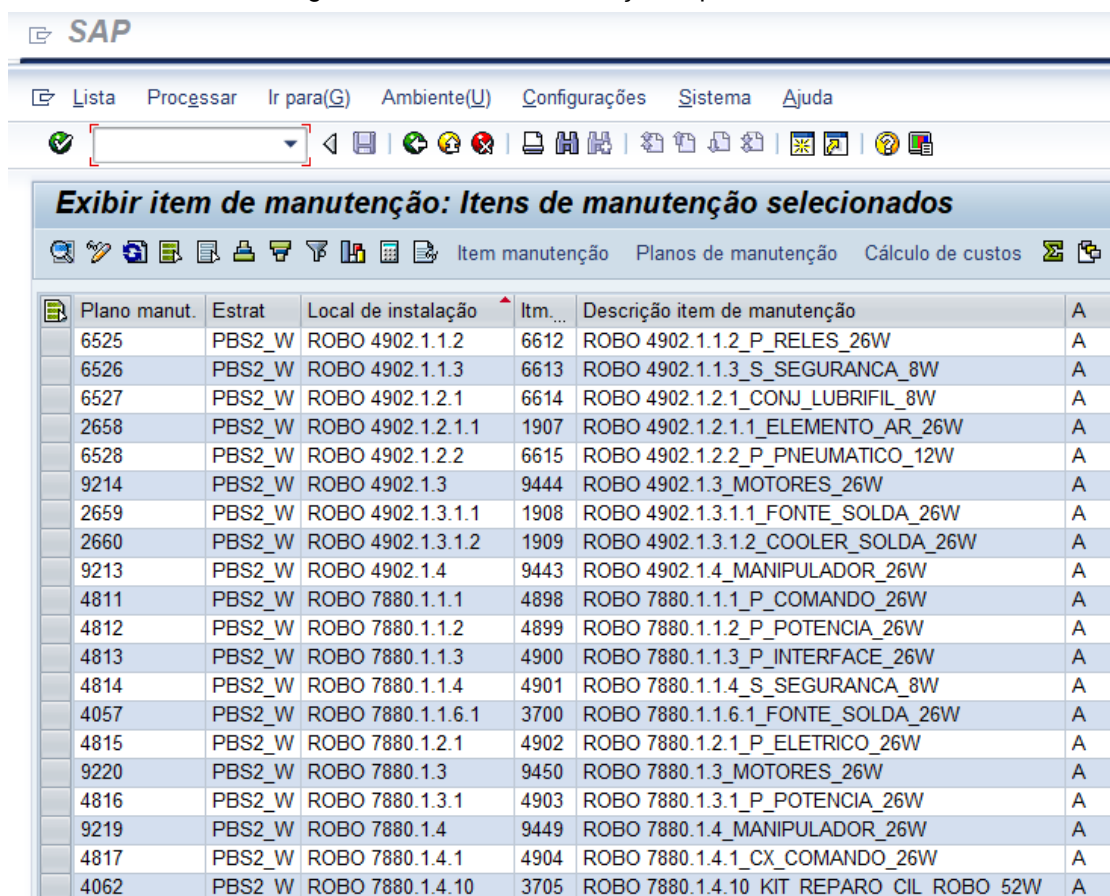
Fonte: Cruz (2014, p. 80-84).

2.1.3 Atividades desenvolvidas: premissas técnicas para execução e controle de um plano de manutenção Preventivo

O papel dos técnicos de automação e instrumentação é extremamente importante para evitar que ocorram problemas nos instrumentos das linhas de produção. Eles são responsáveis por garantir o bom funcionamento de todos os instrumentos da linha de produção da industrial (ARAÚJO, 2022).

Depois de elaborar embasado no manual do fabricante, foi necessário aplicar ao cotidiano da manutenção através do SAP, para que num processo posterior seja controlado e auditado pelos responsáveis internos e externos (clientes) conforme ilustrado na Imagem 9:

Imagem 9 - Plano de Manutenção exposta no SAP



The screenshot shows the SAP interface for displaying maintenance items. The title bar reads 'Exibir item de manutenção: Itens de manutenção selecionados'. Below the title bar is a toolbar with various icons. The main area contains a table with the following columns: Plano manut., Estrat, Local de instalação, Itm..., Descrição item de manutenção, and A. The table lists 20 rows of maintenance items, each with a unique ID, strategy (PBS2_W), location (e.g., ROBO 4902.1.1.2), item number, description, and a status 'A'.

Plano manut.	Estrat	Local de instalação	Itm...	Descrição item de manutenção	A
6525	PBS2_W	ROBO 4902.1.1.2	6612	ROBO 4902.1.1.2_P_RELES_26W	A
6526	PBS2_W	ROBO 4902.1.1.3	6613	ROBO 4902.1.1.3_S_SEGURANCA_8W	A
6527	PBS2_W	ROBO 4902.1.2.1	6614	ROBO 4902.1.2.1_CONJ_LUBRIFIL_8W	A
2658	PBS2_W	ROBO 4902.1.2.1.1	1907	ROBO 4902.1.2.1.1_ELEMENTO_AR_26W	A
6528	PBS2_W	ROBO 4902.1.2.2	6615	ROBO 4902.1.2.2_P_PNEUMATICO_12W	A
9214	PBS2_W	ROBO 4902.1.3	9444	ROBO 4902.1.3_MOTORES_26W	A
2659	PBS2_W	ROBO 4902.1.3.1.1	1908	ROBO 4902.1.3.1.1_FONTE_SOLDA_26W	A
2660	PBS2_W	ROBO 4902.1.3.1.2	1909	ROBO 4902.1.3.1.2_COOLER_SOLDA_26W	A
9213	PBS2_W	ROBO 4902.1.4	9443	ROBO 4902.1.4_MANIPULADOR_26W	A
4811	PBS2_W	ROBO 7880.1.1.1	4898	ROBO 7880.1.1.1_P_COMANDO_26W	A
4812	PBS2_W	ROBO 7880.1.1.2	4899	ROBO 7880.1.1.2_P_POTENCIA_26W	A
4813	PBS2_W	ROBO 7880.1.1.3	4900	ROBO 7880.1.1.3_P_INTERFACE_26W	A
4814	PBS2_W	ROBO 7880.1.1.4	4901	ROBO 7880.1.1.4_S_SEGURANCA_8W	A
4057	PBS2_W	ROBO 7880.1.1.6.1	3700	ROBO 7880.1.1.6.1_FONTE_SOLDA_26W	A
4815	PBS2_W	ROBO 7880.1.2.1	4902	ROBO 7880.1.2.1_P_ELETRICO_26W	A
9220	PBS2_W	ROBO 7880.1.3	9450	ROBO 7880.1.3_MOTORES_26W	A
4816	PBS2_W	ROBO 7880.1.3.1	4903	ROBO 7880.1.3.1_P_POTENCIA_26W	A
9219	PBS2_W	ROBO 7880.1.4	9449	ROBO 7880.1.4_MANIPULADOR_26W	A
4817	PBS2_W	ROBO 7880.1.4.1	4904	ROBO 7880.1.4.1_CX_COMANDO_26W	A
4062	PBS2_W	ROBO 7880.1.4.10	3705	ROBO 7880.1.4.10_KIT_REPARO_CIL_ROBO_52W	A

Imagem do SAP do controle Plano de Manutenção de célula de Solda Robotizada
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

2.1.3.1 Referência estudada na matéria de Informática e Linguagem de Programação

Os dados são a entrada e a saída de um Sistema de Computação. As instruções passadas por um programa para o hardware do computador basicamente armazenam, manipulam e recuperam dados. Para isso, esses dados precisam ser primeiramente representados no hardware (CAVALHO, 2016).

Equipamentos de hardware são capazes de armazenar e reconhecer dois estados físicos distintos, normalmente ligados à presença ou ausência de energia ou corrente elétrica. Esse conceito pode ser representado simbolicamente por algarismos binários ou bits. Portanto, todo sistema computacional embute uma série de conversões, codificações e operações envolvendo bits (CAVALHO, 2016).

A interação entre dados, informação e conhecimento são peças fundamentais para sistema SAP na formatação de um padrão visual e técnico sobre quando e quem propôs essa representação digital do plano de manutenção CAVALHO, 2016).

São partes deste algoritmo as fases abaixo relacionadas às informações:

- a) Dados - Elementos conhecidos de um problema captados por sensores e PLC, frequentemente são quantificados, e realizar sua transferência e disseminação é fácil (CAVALHO, 2016).
- b) Informação - estruturação de dados. Dentro da SAP o processamento realizado sobre os dados (interpretação, relacionamento etc é totalmente automatizado e as telas de conversação são de ordem técnica e administrativas de todas ações (CAVALHO, 2016).
- c) Conhecimento - corpo técnico tem de ter preparação técnica para saber onde serão executadas ações padronizadas no plano de manutenção. Contudo, possui elevado grau de importância e utilização para o suporte à tomada de decisões (CAVALHO, 2016).

SAP é um sistema de gestão empresarial (ERP), criado por uma organização alemã, para grandes corporações, que controla todo o processo da empresa, desde a compra da matéria prima, produção, venda, estoque, finanças, etc.

SAP-MM (Material Management): O módulo Gestão de Materiais se integra completamente à outras áreas funcionais do SAP e dá suporte à todas as fases de planejamento das necessidades de consumo, planejamento e gestão de compras, gestão de serviços, etc.

2.1.3.2 Referência estudada na matéria de Estágio 02

A manutenção preventiva é um tipo de manutenção planejada, que realiza intervenções em equipamentos em intervalos específicos ou de acordo com critérios próprios, sem que a falha já tenha ocorrido. Nesse tipo de manutenção, o tempo de máquina parada é reduzido, mas muitas vezes o item não é utilizado até próximo do fim de sua vida útil.

Evitar falhas em equipamentos e reduzir o tempo de máquina parada é possível, mas para isso manutenções planejadas devem ser programadas. As

manutenções preventiva e preditiva são exemplos de manutenção planejada que apresentam benefícios, mas que devem ser aplicadas de forma correta a fim de trazerem os melhores resultados.

De acordo com Seleme (2015), a manutenção preventiva tem como objetivos principais:

- a) aumentar a vida produtiva dos bens de capital;
- b) reduzir a quebra de equipamentos críticos;
- c) permitir um melhor planejamento e agendamento dos trabalhos de manutenção;
- d) minimizar as perdas de produção em razão de equipamentos defeituosos;
- e) promover a saúde e a segurança do pessoal de manutenção.

Segundo Pinto e Xavier (2009), existem duas situações na fase inicial de operação de um equipamento: a ocorrência de falhas antes de que se complete o período estimado ou a manutenção prematura.

Depois, ao longo da vida Manutenção preventiva útil do equipamento, os períodos de manutenção vão sendo estabelecidos sem que haja falha entre duas intervenções preventivas. Caso ocorra alguma falha entre o intervalo de manutenções preventivas, a manutenção realizada será considerada como manutenção corretiva.

2.1.3.3 Referência estudada na matéria de Engenharia de Materiais

As propriedades mecânicas dos materiais são fundamentais em muitas tecnologias emergentes e tradicionais. Na produção de aviões, as ligas de alumínio ou os compósitos reforçados com carbono usados em componentes aeronáuticos devem ser leves, resistentes e capazes de suportar cargas mecânicas cíclicas durante longos períodos. Os aços utilizados na construção de estruturas, como edifícios e pontes, devem ter resistências adequadas, de modo que não comprometam a segurança das edificações (ASKELAND; PHULÉ, 2014, p. 156).

Nas aplicações sujeitas a cargas mecânicas, selecionam-se os materiais pela compatibilidade de suas propriedades mecânicas com as especificações de projeto e as condições de serviço. A primeira etapa do processo de seleção requer análise da aplicação para determinar as características mais importantes. O material deve ser resistente, rígido ou dúctil? O componente estará sujeito a tensões elevadas ou a forças intensas e súbitas, exposto a temperaturas elevadas, a solicitações cíclicas ou ainda a condições corrosivas ou abrasivas? Uma vez conhecidas as propriedades necessárias, pode-se fazer uma seleção preliminar do material por meio de bancos de dados. É preciso, porém, saber como obter as propriedades nesses bancos,

entender o que elas significam e compreender que foram determinadas a partir de ensaios idealizados, que podem não se ajustar exatamente às aplicações reais de engenharia. Materiais com a mesma composição química podem ter propriedades mecânicas muito diferentes, determinadas pela sua microestrutura. Além disso, mudanças na temperatura, a natureza cíclica das tensões aplicadas, as alterações químicas causadas pela oxidação, corrosão ou erosão, as mudanças microestruturais causadas pela temperatura, a ação de eventuais defeitos introduzidos durante a fabricação (como em operações de usinagem, soldagem e corte) e outros fatores podem alterar o comportamento mecânico dos materiais (ASKELAND; PHULÉ, 2014, p. 157).

Para que seja relevada a importância dos materiais, ao logo da minha profissional um dado respeitável seria levar em consideração a temperatura do material em relação ao processo, principalmente o de solda.

2.2 Contextualização da vivência do aluno Leandro

Desde pequeno tenho interesse pela área de manutenção, em todas suas particularidades, seja ela: mecânica, elétrica ou eletrônica. Sempre fui deslumbrado pelas novas tecnologias. Durante o ensino médio, intensificou-se ainda mais esse desejo de me capacitar nessas áreas.

Em 2013, iniciei um curso profissionalizante de eletricitista o que gerou o interesse de aprofundar os meus conhecimentos, iniciando então, um curso técnico em eletrotécnica, onde me formei no início de 2017. Nesse curso fui agraciado com o mérito de primeiro lugar em notas. Logo após, iniciei na prática a profissão, trabalhando em uma empresa no ramo de prestação de serviços em manutenção e conservação de elevadores prediais, comerciais e residenciais, empresa na qual atuo até o momento.

No ano de 2018, me inscrevi no processo seletivo do Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS) para uma vaga no curso de engenharia elétrica e fui aprovado. Porém, pelo fato de ser o primeiro ano da implantação dos cursos oferecidos no modo EAD, não houve procura o suficiente para a abertura, sendo assim, me foi oferecida a opção de cursar engenharia mecânica. Aceitei e matriculei no curso por estar mais voltado à minha área de atuação.

Neste portfólio, está relatada a vivência realizada em uma empresa do ramo de prestações de serviços em elevadores prediais, residenciais e comerciais, que atende em todo sul do estado de Minas Gerais, ao qual colaboro há 6 anos, situada na cidade

de Lavras/MG. A empresa atua em diversos tipos de serviços tais como: venda; montagem e instalação; manutenção preventiva, corretiva e vistoria de elevadores.

Está descrito no trabalho corrente, toda a vivência que tive nesta empresa, citando o acompanhamento das atividades observadas detalhando todos os processos. Também associo às etapas do processo, as disciplinas cursadas em Engenharia Mecânica.

2.2.1 Montagem e acompanhamento de obras seguindo projeto estrutural e mecânico

Irei argumentar sobre o processo para vendas, montagem e instalação de elevadores prediais, comerciais e residenciais. Citarei os modelos mais comuns de elevadores, suas vantagens e características básicas.

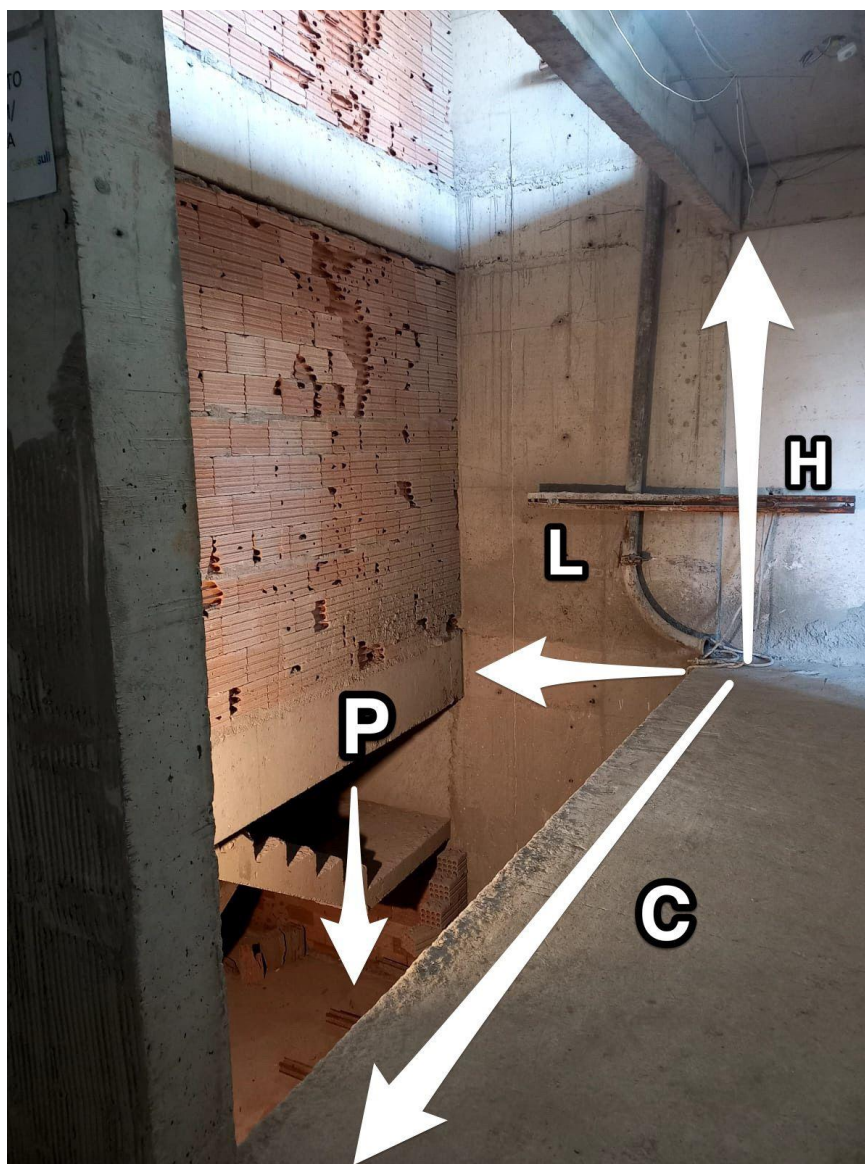
2.2.1.1 Dimensionamento das medidas do poço

A primeira etapa do processo é a aferição das medidas no local da obra que serão utilizadas para o dimensionamento do elevador. Segundo a NBR NM 207/99, regulamentação brasileira que normatiza aspectos de segurança para construção e instalação de elevadores, que também institui uma sequência de etapas para dimensionamento de elevadores, a caixa é o espaço onde o carro e o contrapeso viajam. Este espaço é limitado pelo fundo do poço, as paredes e o teto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT], 1999). Através do projeto estrutural, deve-se então aferir tais medidas em cada estágio da obra.

Aferimos a medida de profundidade do poço, que é a altura do fundo do poço até a primeiro nível, a largura e comprimento do poço, a altura do piso até a laje do andar acima. Esse processo é repetido em todos andares verificando as medidas, sendo apenas no andar inferior que tiramos a medida de profundidade do poço.

A seguir a Imagem 10, apresenta a ilustração de como é tirada as medidas essenciais do poço:

Imagem 10 - Dimensionamento do poço



Fonte: Elaborada pelo autor e adaptada (2022).

Legenda: Onde p é a profundidade, c o comprimento, l largura e h a altura do piso a laje.

A Imagem 10 mostra como é inicialmente dimensionada a caixa do elevador. Segundo o Manual de Transporte Vertical em Edifícios da Atlas Schindler (ELEVADORES ATLAS SCHINDLER S/A, 2001), a profundidade do Poço é, também, variável de acordo com o equipamento a ser instalado. O poço dependerá do tipo de

elevador a ser instalado. O elevador do tipo hidráulico, por exemplo, não necessita de uma profundidade muito extensa.

Seguindo a NBR 12892 (2009), a caixa deve possuir resistência mecânica suficiente para manter alinhadas as guias do elevador e as portas de pavimento com seus mecanismos de operação e travamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DENORMAS TÉCNICAS [ABNT], 2009). A caixa do elevador deve ser composta para que suporte tais esforços.

Na disciplina de metrologia, entendi a importância da calibração de aparelhos de medição, técnicas de medição, projeto e dimensionamento para a aferição do poço.

Na disciplina de metodologia pude entender como é feito o processo de pesquisa e normas para compreender tais referências e normas para conhecimento em questão.

Na disciplina de mecânica aplicada sobre influência de esforços sobre vigas e forças aplicadas para determinar o projeto.

2.2.1.2 Seleção do modelo do elevador

A seleção do modelo de elevador é baseada nos aspectos técnicos, custo e, finalmente, a opção do próprio cliente. É importante saber e passar para o cliente os diferentes tipos e aspectos dos elevadores.

Dentre os diversos tipos encontrados no mercado se destacam os elevadores hidráulicos, os elevadores elétricos com casa de máquinas e os elevadores elétricos sem casa de máquinas.

Os elevadores hidráulicos são movidos por pressurização de fluidos (no geral óleos), à pistão. São elevadores mais lentos, mais econômicos, pois utilizam energia apenas na subida, já na descida, usam os mecanismos de aberturas de válvulas para operar. Possui a facilidade de poder instalar a casa de máquinas em cima ou embaixo da obra, economizando e ocupando pouco espaço. Esse elevador é somente utilizado para caixa de corrida inferior a 9 metros de percurso.

Os elevadores elétricos com casa de máquinas são elevadores que utilizam da energia elétrica para se locomover. São mais rápidos e controla-se melhor as paradas. Necessita-se de espaço no teto para que possa ser instalada a casa de máquinas, onde será instalado todo o comando e motor respectivo.

Os elevadores elétricos sem casa de máquinas possuem a mais atual tecnologia, onde a obra ganha espaço na construção. O comando fica instalado no último andar ao lado do poço do elevador, já o motor fica posicionado dentro do poço, sendo assim, não necessita da casa de máquinas.

2.2.1.3 Montagem e instalação

Para iniciar esta etapa, a obra precisa estar pelo menos com todos os pavimentos erguidos, com toda a caixa de corrida e última laje pronta, com todas as furações e medidas estabelecidas seguindo o projeto inicial do elevador.

A montagem e instalação do elevador é composta por 3 fases que são elas:

- a) Montagem da estrutura, aparelho de segurança, instalação do motor e piso do elevador;
 - b) Montagem da cabina e contrapeso;
 - c) Instalação elétrica, eletrônica.
-
- a) Montagem da estrutura, aparelho de segurança, instalação do motor e piso do elevador

A primeira parte se inicia com a montagem da estrutura esquelética do elevador. Com as medidas estabelecidas pelo projeto mecânico, é realizado o processo de prumagem das guias de sustentação. Na prumagem, são utilizados de dois a quatro prumos a depender do tipo de elevador. Os tipos elétricos possuem quatro linhas de prumo, sendo duas posições de guias para a cabina e duas posições de guias para o contrapeso, que desce desde a casa de máquinas, ou último andar superior, até o fundo do poço, demarcando a distância entre guias, da cabina e do contrapeso. Após a prumagem, é utilizado um guincho elétrico para início das montagens das guias que são suspensas pelo mesmo e alinhadas através do prumo, desde o fundo do poço até chegar ao seu percurso final próximo a laje do poço. As guias são parafusadas em suportes que vão presos por parabolds entre as cintas da estrutura do prédio ao longo do poço.

O próximo passo é subir o motor através do poço com a ajuda do guincho ou através de talhas fixadas nos ganchos predeterminados nas lajes do poço, se for com casa de máquinas deverá ter dois ganchos nas lajes, um na laje do poço, para erguer

a máquina até o alçapão e o outro na laje da casa de máquinas onde ergue-se para chegar até acima da laje do poço.

É iniciado a montagem da estrutura da plataforma da cabina, onde se posiciona primeiramente o cabeçote inferior junto com as corrediças, estas que serão apoiadas através das guias instaladas. Logo após o piso do elevador será parafusado no cabeçote e as longarinas junto a estrutura lateral, depois vem o cabeçote superior junto as corrediças.

Depois vem a montagem da armação do contrapeso que contém também os cabeçotes, corrediças e sua estrutura. O contrapeso é composto por pedras para contrabalancear o peso do elevador.

Próximo passo é passar os cabos de tração que sai da laje da casa de máquinas, passa pelo contrapeso e volta no elevador.

Logo após é feito a ligação da máquina e fechamento do circuito para que a plataforma possa se movimentar podendo ser instalado o freio de segurança em baixo da plataforma. Assim, com essas partes finalizadas, é possível liberar a plataforma para instalação da iluminação de poço.

b) Montagem da cabina e contrapeso

Se inicia a segunda parte da montagem, na qual são passadas para o mestre de obra, as dimensões para fechamento das aberturas nos andares, onde serão instalados, os mecanismos de portas de pavimento.

A Imagem 11 ilustra a fase final da montagem da cabina e pode ser correlacionada as seguintes disciplinas: engenharia dos materiais, onde aprendemos a respeito dos ensaios em aço; disciplina, gestão de projetos, onde foi ensinado a metodologia para melhor escolha dos materiais e a disciplina processos de fabricação com os tratamentos térmicos nos materiais.

Imagem 11 - Montagem da cabina



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Para a montagem da cabina, utiliza-se a norma brasileira NBR 8800 (2008), que diz respeito ao Projeto de estruturas de aço, onde através deste, se regulamenta os aspectos e equacionamentos a serem considerados para dimensionamento de estruturas metálicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT], 2008). Pode compreender, através da disciplina de engenharia dos materiais, a aplicação das propriedades do aço e análises de temperatura no material.

A montagem se inicia conectando as peças em aço inox ou pintura, dependendo do tipo de material, unindo e parafusando em toda estrutura do elevador. Posteriormente é feito o prumo da cabina do elevador e, em sequência a montagem das folhas de porta da cabina. Segundo os requisitos 5.2.17 da NBR NM 207 (1999), em caso de elevador acessível a deficientes, a folga entre as soleiras, a folga entre a borda da soleira da plataforma do carro e a borda de qualquer soleira do pavimento deve ser de acordo com o especificado na norma NBR NM 207 ou normas exigidas para o elevador existentes, desde que sejam garantidos os critérios de acessibilidade para as pessoas portadoras de deficiência exigidos (ABNT, 2009).

Após essa etapa, é passado o cabo do limitador de velocidade. O limitador de velocidade é um dispositivo montado no piso da casa de máquina, que é constituído basicamente por polias, cabos de aço e interruptor. O limitador aciona mecanicamente

o freio de segurança e desliga o motor da máquina de tração do elevador quando a velocidade do carro ultrapassar o limite pré-estabelecido (LIMA, 2019).

Finaliza-se então com a instalação dos suportes de limites fixos e pôr fim a rampa que aciona os mesmos.

2.2.1.4 Instalação elétrica, eletrônica

Tendo todo processo de montagem feito, inicia-se o processo de instalação elétrica, primeiro passo é passar a fiação de poço pelas canaletas laterais no poço, fiação esta, que já vem dimensionada e pronta para instalação, onde faz toda ligação dos atuadores eletromecânicos, contatos elétricos de portas de pavimento e botões de chamadas nos andares.

Depois é passado os cabos de manobra onde levam os sinais e energia elétrica para o elevador composto geralmente por 3 ou 4 cabos, onde passam toda informação elétrica entre o elevador e o comando, elas devem fazer uma “barriga” acompanhando todo movimento do elevador, é feita toda ligação de motor, modulo, operador de porta, luzes, tomada, sinais de botões, contato do freio de segurança, campainha, modulo luz de emergência e demais componentes.

Próximo passo depois de toda fiação passada e ligada, é a ligação no comando, conectando nos bornes todas as ligações e informações de segurança, são instalados os sensores de posição e parada, bem como os imãs de indução para acionamento dos mesmos, efetuando testes e verificando o funcionamento. Logo após é feito ajustes finos como algumas programações do inversor, modificação de alguns dados da placa principal, verificação e reposicionamento dos imãs dos sensores, se houver degraus na parada do elevador.

Desta forma se encerra a montagem e instalação de um elevador, fazendo a entrega do equipamento, assinando o termo de entrega e garantia do mesmo.

2.2.2 Manutenção Preventiva

Outra atividade desenvolvida durante o estágio foi a de manutenção dos elevadores.

Como visto na disciplina de Manutenção Industrial, o processo de manutenção pode se enquadrar como Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva ou Manutenção Prescritiva

Segundo a ABNT na norma NBR 5462 (ABNT, 1994), manutenção preventiva é aquela 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 (ABNT, 1994).

Nessa etapa vou argumentar sobre todos os procedimentos para a execução de uma manutenção eficaz, desde o *check list* de manutenção preventiva, verificações, reapertos, prevendo troca de peças gastas, etc.

2.2.2.1 Verificações de todo o equipamento, seguindo roteiro de execução

O procedimento de manutenção de elevadores segue um *check list* elaborado previamente. “Basicamente, o *check list* de manutenção preventiva é a lista de verificação que guia o técnico em uma inspeção interna ou em uma visita técnica, por exemplo” (xxxx, ANO), isto é, uma sequência lógica de medidas preventivas para um bom funcionamento dos elevadores. As etapas orientam a verificação de todo o equipamento, através de etapas de manutenção que podem ser elas de modo mensal, bimestral, trimestral e/ou anual.

A seguir a imagem 12 apresenta os itens que serão verificados pelo roteiro. Estas atividades estão correlacionadas com as disciplinas higiene e segurança do trabalho, para uma realização segura e eficaz durante a manutenção, manutenção industrial mencionando a manutenção preventiva e estágio supervisionado um, com a prática do serviço supervisionado.

Imagem 12 - Check list de serviços

CHECK LIST DE SERVIÇOS - MENSAL		CONFORME?		AÇÃO		OBSERVAÇÃO
		Sim	Não	Manutenção Preventiva	Manutenção Corretiva	
Cliente: _____ Cidade: _____ Endereço: _____ Vistoria mensal () vistoria trimestral () Elevador (es) nº (s) _____ Executado por _____ data ____/____/____ Assinatura _____						
Entrevista com Cliente (sem obrigatório) Nome do Acompanhante: _____ Cargo: _____ Satisfação do Cliente () Abaixo das Expectativas () Abaixo do Esperado () Acima das Expectativas Comentário do Cliente: _____						
ITENS	CONFORME?	AÇÃO		OBSERVAÇÃO		
	Sim	Não	Manutenção Preventiva	Manutenção Corretiva		
1. FUNCIONAMENTO						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
2. CASA DE MÁQUINAS						
2.1						
2.2						
2.3						
2.3.1						
2.4						
2.5						
2.6						
3. MÁQUINA						
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
3.5						
3.6						
3.7						
3.8						
4. LIMITADOR DE VELOCIDADE						
4.1						
4.2						
4.3						
4.4						
4.5						
5. QUADRO DE COMANDO						
5.1						
5.2						
5.3						
5.4						
5.5						
6. TIPO DA CABINA						
6.1						
6.2						
6.3 Guarda corpo permanente 6.4 Cui de proteção (NBR) 6.5 Operador de porta/porte 6.6 Contato FC 6.7 Contato CT 6.8 Condições cabine 6.9 Condições externas no tipo carro 6.10 Placa Luz de Emergência e alarme 6.11 Bloco de segurança fotolátex e foto 6.12 Mirão de carga 6.13 Alta de sistema (máximo de 750mm)						
7. PASSADIZO						
7.1						
7.2						
7.3						
7.4						
7.5						
8. CONTRA PESO						
8.1						
8.2						
8.3						
9. POÇO						
9.1						
9.2						
9.3						
9.4						
9.5						
9.6						
9.7						
10. CABINA						
10.1						
10.2						
10.3						
10.4						
10.5						
10.6						
10.7						
Elevador sem porta de cabine () sim () não Maiores índices de chamado: _____ Ação p/ problemas: _____						

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Em geral, são verificados todos espaços e sistemas do equipamento. No quadro de comando, geralmente na casa de máquinas, fica um roteiro de manutenção preventiva mensal, onde é assinado o dia e o profissional que executou os procedimentos da manutenção preventiva no equipamento.

Manutenção preventiva é aquela 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 (NBR 5462, ABNT 1994). Deve-se prezar pela escolha do melhor processo de manutenção preventiva possível, durante o processo de verificação do equipamento e dos principais componentes e seus funcionamentos.

Somente a manutenção corretiva e preventiva realizada por pessoa de manutenção competente, em conformidade com as instruções de manutenção, pode garantir o funcionamento pretendido e seguro de uma instalação (ABNT NBR 16083, 2012).

O processo de manutenção preventiva em elevadores geralmente se inicia desde a casa de máquinas e/ou último andar até ao extremo inferior, realizando verificação da caixa de corrida do elevador, ou seja, o poço, onde é verificado todos andares, portas, lubrificação, reapertos, limpeza, monitoramento das peças, se estão gastas e assim, repassadas ao cliente quando for necessário a substituição.

2.2.2.2 Encurtamento no cabo da polia tensora

Em elevadores recentemente instalados, é comum acontecer a folga nos cabos de tração ou do limitador da polia tensora, os quais, durante a manutenção preventiva, são verificados.

Segundo Austral Consultoria & Serviços em Elevadores (2022), o cabo do regulador é um cabo de aço responsável por acionar o freio de segurança no momento em que a velocidade ultrapasse o limite permitido. O cabo é fixado na cabina e é tracionado pelas polias do regulador e tensora, esta última que fica no fundo do poço. Ele é responsável pelo acionamento do freio de segurança que fica posicionado por baixo do elevador em caso de rompimento dos cabos de tração.

Durante uma das atividades de manutenção, foi detectada a folga do cabo da polia, possibilitando que o contato de segurança fosse acionado acidentalmente. A NBR 16083 (ABNT, 2012) cita os procedimentos para verificação do sistema, são eles: verificar o desgaste das partes móveis e se há movimento livre, verificar a operação, verificar os contatos elétricos, verificar o lacre de calibração do limitador, verificar as condições gerais do cabo, verificar a altura da polia tensora e verificar as fixações.

Na situação específica, foi realizada a Diminuição do cabo da polia tensora como ilustra a imagem 13, correlacionada com a matéria de elementos de máquinas, onde vimos sobre tais componentes, a disciplina de estagio supervisionado 2 e eletrotécnica sobre as malhas de circuitos de baixa potência.

Imagem 13 - Encurtamento do cabo da polia tensora



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A NR-12 (2021) estabelece, no requisito 12.6.6 em relação a Sistemas de segurança, que quando usados acionadores do tipo cabo, deve-se:

“a) utilizar chaves de parada de emergência que trabalhem tracionadas, de modo a cessarem automaticamente as funções perigosas da máquina em caso de ruptura ou afrouxamento dos cabos” (BRASIL, 2021, p. 15).

O braço do acionador do contato da polia deve estar posicionado um pouco acima do contato para que em caso de rompimento, seja acionado o contato, fazendo com que abra, parando imediatamente o elevador.

2.2.3 Manutenção corretiva

Nessa etapa, vou apresentar as experiências que tive com serviços de reparos no atendimento aos equipamentos com defeitos mecânicos, elétricos que ocorreram durante seu funcionamento.

2.2.3.1 Análise de falhas

A manutenção corretiva tem o objetivo de localizar e reparar defeitos em equipamentos que operam em regime de trabalho contínuo.

Durante o evento corretivo, em um elevador no centro da cidade de Lavras, o primeiro passo foi verificar como o elevador parou mecanicamente. Utilizamos os computadores de bordo, através dos quais podemos verificar as falhas ocorridas no sistema do equipamento auxiliando no diagnóstico da ocorrência.

A Imagem 14 mostra um exemplo dessa ferramenta fundamental para detecção do defeito ocorrido.

Imagem 14 - Análise de falhas por computador de bordo



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A Imagem 14 é correlacionada com as disciplinas de eletricidade e eletrônica, que possibilitaram a compreensão sobre circuitos elétricos e eletrônicos. Está também correlacionada a disciplina de informática e linguagem de programação com embasamento sobre programação de sistemas lógicos.

Por definição do dicionário Michaelis (2000), “a palavra falha significa: ‘Defeito’, ‘Desarranjo, enguiço’ ou ‘ato ou efeito de falhar’, sendo que falhar está descrito como ‘Não dar o resultado desejado, não ser como se esperava’” (SAKURADA, 2001, p. 77). Um método de análise de falhas é o FMEA.

FMEA é uma técnica para prevenção de falhas e destina-se também ao projeto e/ou processos que são envolvidos na produção ou operação; por meio da abordagem de identificação, frequência e impactos dos diferentes modos de falha que possam se apresentar neles.

A FMEA aborda cada função do sistema (devido a cada falha, pois pode causar a perda da função, então são todas as falhas possíveis) e os modos de falha dominante associados a cada uma delas, e depois examina as consequências da falha que possa acontecer (xxxx, ANO, p.18).

Para análise de falhas, devemos ir por etapas, verificando os sinais, variação de tensão, corrente e seu funcionamento no todo, principalmente em defeitos intermitentes, onde o equipamento funciona durante um período, para e, ao reiniciar, ele volta ao seu estado normal, onde há dificuldade em solucionar o problema em um tempo determinado.

A confiabilidade tem se tornado cada vez mais importante para os clientes, pois está relacionada de forma direta com a satisfação destes, através da relação de percepção e expectativa (ALMEIDA, 2003 *apud* SANTOS et al., 2017). A confiabilidade dos dados auxilia na execução e constatação do defeito eminente, assim, durante o processo, vou verificado uma falha no sensor que estava causando essa parada intermitente.

Após a troca foi sanado o defeito, graças ao processo de análise de falhas ocorridas durante seu funcionamento.

2.2.3.2 *Retirada de vazamento de óleo*

Nos elevadores hidráulicos, com o uso dos fluidos para o seu funcionamento, é comum acontecer problemas na vedação ao longo do tempo, o que resulta em vazamentos de óleo. Esses problemas ocorrem devido à pressão nas mangueiras e à vazão do fluido durante o funcionamento do elevador.

Uma mangueira hidráulica é o elemento de ligação entre os componentes de um circuito hidráulico e, em caso de ruptura, pode comprometer a integridade e segurança de todo o sistema e dos seus utilizadores. Ela deve ser bem conectada e pressurizada para que evite vazamentos possíveis (XXX, ANO, p. 5).

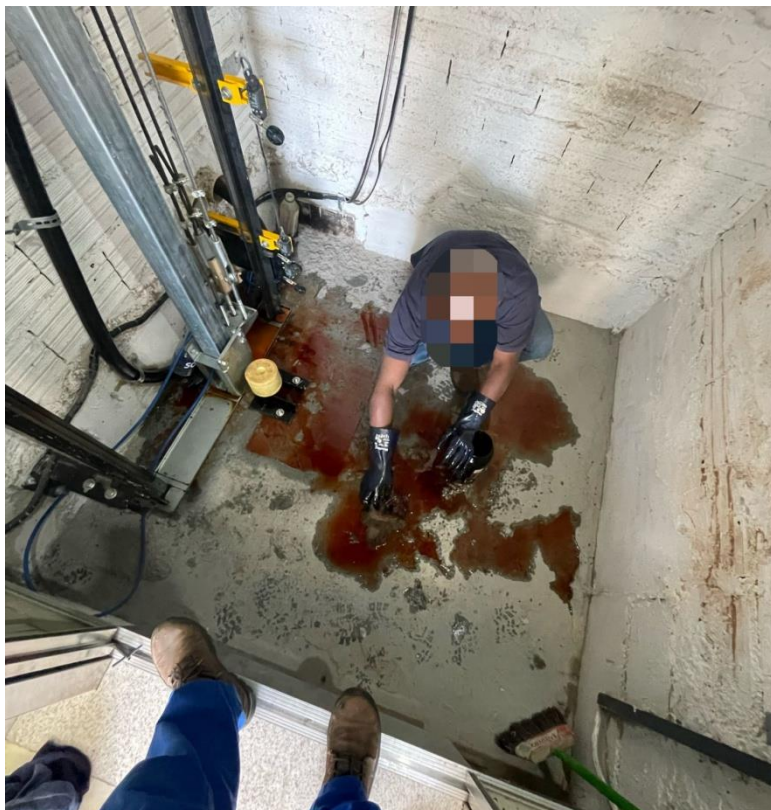
Alguns dos defeitos mais comuns, segundo manual da fabricante Parker (2006), são relativos a profundidade elevada ou a falta de profundidade de inserção

da mangueira na conexão. Podendo levar a uma má prensagem da mesma (PARKER HANNIFIN INDÚSTRIA E COMÉRCIO, 2006).

No elevador comercial em análise ocorreu esta incidência. Foi realizada uma intervenção corretiva para que o vazamento fosse identificado e sanado. O vazamento se iniciou na conexão da mangueira com o pistão hidráulico, onde a vedação foi corrompida gerando o vazamento.

A Imagem 15 mostra o vazamento no poço, onde foi realizado o reparo e limpeza, correlacionado com as disciplinas de fenômenos de transportes sobre os medidores de vazão e velocidade, fundamentos de sistemas hidráulicos sobre uso de fluidos, fundamentos termodinâmicos para análise de calor do material.

Imagem 15 - Vazamento de óleo



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Normalmente, os óleos utilizados em sistemas hidráulicos são de base mineral (derivada do petróleo). Esses óleos recebem aditivos (gorduras animais, conservantes, protetores, bactericidas, etc.), dando origem aos óleos lubrificante e hidráulico (DUARTE; MORI; BAUMGARTNER, 2004).

Após identificar o problema, foi feito o reparo na conexão, fechando a válvula do sistema e substituindo a vedação, secando o vazamento no fundo do poço e liberando o elevador para testes e acompanhamento do equipamento, onde não houve mais incidências.

2.2.3.3 Reparo em polia de desvio da máquina

Esta atividade foi realizada em um hospital da cidade de Lavras onde estava em operação um elevador com capacidade para atender maca hospitalar e carga de 26 passageiros. A manutenção aconteceu devido ao rompimento do rolamento interno da polia de desvio da máquina, como o nome mesmo diz, responsável pelo desvio dos cabos de tração do elevador.

Foi aberto um chamado com a descrição de que o elevador estava com um ruído anormal. Ao efetuar o atendimento, foi verificado que a polia estava com o rolamento estourado. O elevador foi desligado imediatamente como prevenção até que o rolamento fosse substituído.

A Imagem 16 evidencia a polia de desvio com o rolamento interno estourado. A atividade supervisionada foi correlacionada com as disciplinas de estática aplicada às máquinas sobre as forças dadas na polia, em elementos de máquinas II, sobre juntas soldadas para base da polia; controle de vibrações para sistemas mecânicos rotativos.

Imagem 16 - Polia com rolamento estourado



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Segundo Cunha (2015), polias são elementos importantes no funcionamento de um elevador e a escolha de um material que apresente baixa resistência ao desgaste para a sua manufatura gera a necessidade de substituição antecipada desses componentes. Realmente, por questões de economia, algumas peças vêm de fábrica com materiais de baixa resistência, que em determinados tipos de funcionamentos, não suportam e se corrompem rapidamente.

Os rolamentos são utilizados para transferir movimento e transmitir força. São componentes amplamente encontrados em diversos setores industriais e, dentre as distintas construções que apresentam, dividem-se em rolamentos axiais e radiais (ROSSDEUTSCHER JUNIOR, 2018).

Para efetuar o reparo é utilizado uma talha para suspender a cabina, para que os cabos possam ser afrouxados e travados acima da polia. É retirado o eixo da polia, onde é preciso tirar dois anéis elásticos de fixação do eixo.

Anéis elásticos são um tipo de elemento de fixação utilizados principalmente como trava, sendo empregado na retenção e segurança em eixos ou furos, impedindo o deslocamento axial de peças ou componentes e posicionando ou limitando o curso de uma peça deslizante sobre um eixo (FRANCESCHI; ANTONELLO, 2014, P. 16).

Após a retirada dos anéis, a polia é removida e, com o uso de uma saca rolamentos, os rolamentos são retirados, estes que são dois, um em cada extremidade da polia.

Após substituídos, a polia é recolocada no eixo do suporte de fixação. São recolocados os anéis de travamento, posteriormente o trava cabos é retirado retornando os cabos na polia, liberando a talha. Os cabos são novamente tensionados e o elevador está liberado para testes.

Assim finalizo as atividades que relatei ao longo do conteúdo, agradecendo pela oportunidade e pelo aprendizado que junto a faculdade me proporcionaram durante o período de curso.

2.3 Contextualização da vivência da aluna Renilvânia Aline de Lima

O meu interesse pela Engenharia mecânica, foi devido minha irmã ter feito o curso técnico em Mecatrônica no Cefet. Sempre acompanhei as atividades junto com ela e logo que terminei o ensino médio, iniciei o curso profissionalizante do SENAI voltado para área administrativa, onde realizei a prática em um empresa do ramo de autopeças situada em Minas Gerais. Trabalhando diretamente com o quadro de 1.000 colaboradores, atuei dentro do setor de Manutenção, onde tive a experiência de viver mais perto o mundo da Engenharia. Logo iniciei o curso técnico em mecatrônica no CEFET, e cumpri o meu estágio na mesma empresa. Após o cumprimento do estágio tive a grande oportunidade de ser contratada e aprofundar ainda mais na área e iniciar o curso de Engenharia de Mecânica onde realizei o meu aproveitamento profissional do estágio. Hoje estou no 10º período finalizando um grande sonho, que está me abrindo várias portas no mercado de trabalho.

Na minha vivência de estágio fui a responsável pela classificação dos equipamentos, análise das funções e conjuntos dos equipamentos e elaboração de um plano de manutenção preventiva para uma máquina de solda.

2.3.1 Classificação ABC das máquinas/equipamentos

Em sistemas produtivos com decorrer do tempo de operação, algumas falhas podem ocorrer comprometendo o funcionamento do equipamento e qualidade do

produto final, bem como o alcance das metas de produção, o que torna necessário a adoção de manutenções afim de garantir a disponibilidade dos equipamentos/máquinas.

Segundo Zaions (2003) para manter a manutenção dos equipamentos e maquinas, é necessário utilizar-se de uma metodologia que englobe a prevenção das falhas, a fim de assegurar o desempenho e a confiabilidade do sistema de produção.

No contexto de um sistema produtivo Ribeiro (2010), destaca que a criticidade de um equipamento é fundamental para determinação da aplicação de metodologia de manutenção, ou seja, quanto maior a criticidade de uma máquina para o processo produtivo, maior deve ser o foco da aplicação das manutenções, tornando assim o ponto de partida da priorização de recursos da manutenção.

Na disciplina de manutenção industrial, foi estudada a teoria da manutenção onde foi apresentado a classificação ABC de equipamentos, e na disciplina de gestão ambiental foi apontado os riscos ambientais, onde foi possível realizar uma análise com maior precisão, para definição da classificação do equipamento.

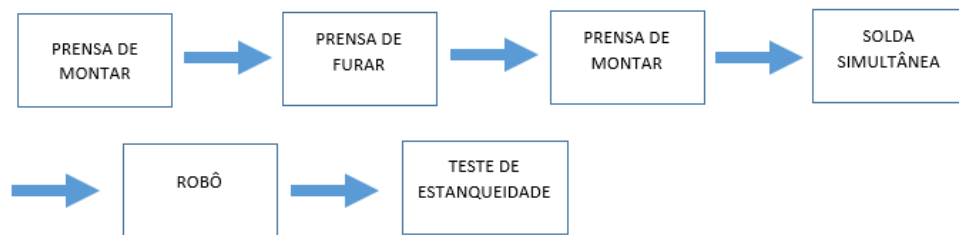
Para avaliar a criticidade de uma máquina, dentro de um sistema produtivo recomenda-se o uso da classificação ABC, realizada de acordo com o quadro 1 e fluxograma da imagem 17.

Quadro 1 - Classificação ABC

	FATORES DE AVALIAÇÃO	PADRÃO DE AVALIAÇÃO		
		1	2	3
S	SEGURANÇA	EM CASO DE UMA FALHA EXISTE RISCO DE ACIDENTE	EM CASO DE UMA FALHA EXISTE RISCO DE ACIDENTE, MAS EXISTEM DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO	EM CASO DE UMA FALHA NÃO EXISTE RISCO DE ACIDENTE
A	MEIO AMBIENTE	EM CASO DE UMA FALHA EXISTE RISCO DE ACIDENTE AMBIENTAL	EM CASO DE UMA FALHA EXISTE RISCO DE ACIDENTE AMBIENTAL, MAS EXISTEM DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO	EM CASO DE UMA FALHA NÃO EXISTE RISCO DE ACIDENTE AMBIENTAL
Q	QUALIDADE	EM CASO DE UMA FALHA SÃO GERADOS REFUGOS NÃO DETECTÁVEIS	EM CASO DE UMA FALHA SÃO GERADOS REFUGOS DETECTÁVEIS	EM CASO DE UMA FALHA NÃO SÃO GERADOS REJEITOS
D	PERDA DE OPORTUNIDADE	EM CASO DE FALHA A LINHA PARA E NÃO EXISTEM MEIOS DE PRODUÇÃO ALTERNATIVA	EM CASO DE FALHA A LINHA PARA, MAS EXISTEM MEIOS DE PRODUÇÃO ALTERNATIVA.	EM CASO DE FALHA A LINHA NÃO PARA
W	REGIME DE TRABALHO	3 TURNOS	2 TURNOS	1 TURNO

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

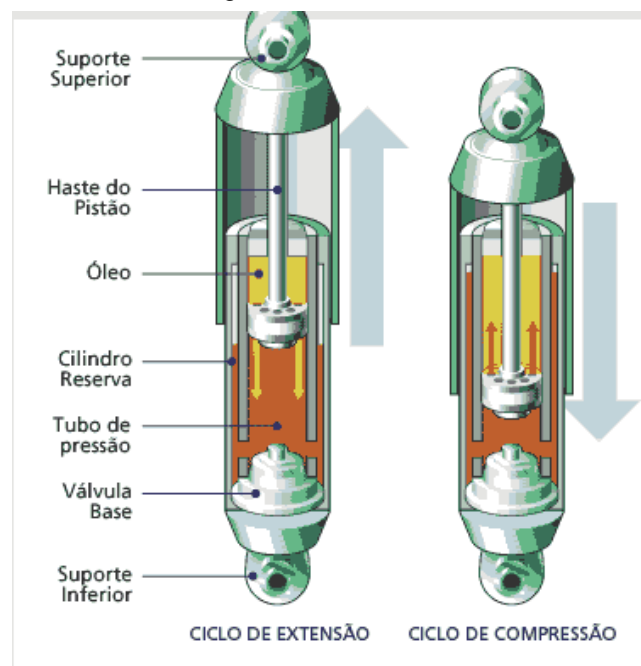
Imagem 18 - Fluxo operacional



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A Imagem 19 mostra a peça que é produzida na linha de produção, O amortecedor tem uma grande importância para os veículos as principais funções: controlar os movimentos de fechamento e abertura das molas, controlando a suspensão, estabilidade, conforto e a segurança nos veículos.

Imagem 19 - Amortecedor



Fonte: Dicas Outpec (2005).

O Quadro 2 relaciona as máquinas dessa linha representando uma breve descrição das funções.

Quadro 2 - Descrição do funcionamento dos equipamentos

FAMÍLIA DE EQUIPAMENTOS	Nº ATIVO	BREVE DESCRIÇÃO
SOLDA SIMULTANEA	MMC07045	SOLDAR OS STEG E A FIXAÇÃO INFERIOR
TESTE DE ESTANQUEIDADE	MMC02930	TESTE PARA VERIFICAR VAZAMENTO DE GÁS
ROBO	MMC092151	SOLDAR A BASE E ASSENTO DE MOLA
PRENSA DE FURAR	MMC09031	REALIZAR O FURO DA BANDEJA
PRENSA DE MONTAR	MMC00945	REALIZAR A MONTAGEM DO STEG NO TUBO

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Para definição da classificação ABC dos equipamentos, foi reunida uma equipe multidisciplinar para análise em relação a criticidade. Como o resultado dessa análise, utilizando-se o fluxograma para decisão, conseguimos elencar a ordem crítica dos equipamentos da linha de produção avaliada, conforme apresentado no Quadro 3:

Quadro 3 - Quadro classificação ABC

Nº ATIVO	FAMÍLIA DE EQUIPAMENTOS	CLASSIFICAÇÃO
MMC07045	SOLDA SIMULTANEA	A
MMC02930	TESTE DE ESTANQUEIDADE	A
MMC092151	ROBO	B
MMC09031	PRENSA DE FURAR	B
MMC00945	PRENSA DE MONTAR	B

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Por decisão da análise da equipe multidisciplinar composta por mecânico, eletrônico, analista de engenharia, analista de manutenção, liderança de equipe e supervisor de manutenção, por se tratar de um equipamento crítico para empresa, pois o mesmo trabalha 24hr por dia, sem revezamento de equipamento, parando somente nos intervalos de refeições dos operadores, ficou estabelecido que o equipamento (Imagem 20), com a identificação MMC07045 é o que apresenta maior criticidade para a linha de produção e que deve ser contemplado com o plano de manutenção preventivo.

Imagem 20 - Equipamento Solda Simultânea



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

O processo de soldagem é feito da seguinte forma o primeiro passo é realizar a montagem da fixação da solda. Após a montagem é inserido os steg junto com a fixação inferior, realizando o posicionamento dos steg. Em seguida é acionado o bimanual, realizando o fechamento da solda. Após a finalização da soldagem na peça, o material é disciplina para uma caixa e segue para o carro de movimentação para continuidade do processo. Eu correlaciono esse processo, com a matéria de soldagem onde foi mostrado todos os tipos de soldas, e uma delas foi a solda mig que é feita com a fusão de um arame consumível, que através do arco elétrico, formando um eletrodo consumível, que são protegidos pela aerosfera para que não ocorra a contaminação.

2.3.2 Análise das funções e sistemas dos equipamentos

Para alcançar êxito com a manutenção preventiva, é fundamental conhecer a composição dos equipamentos, bem como o seu modo de funcionamento.

Para Almeida (2016) a manutenção atua muito além do que se vê nas máquinas e equipamentos, se faz necessário conhecer as suas funções e módulo de operação, e principalmente conhecer todos os sistemas que compõe o equipamento que engloba peças de conjuntos mecânicos, pneumáticos, hidráulicos e elétricos, onde ainda é

fundamental todas as especificações, parâmetros e critérios com o objetivo de facilitar a execução da manutenção preventiva.

Com o objetivo refinar e determinar os planos preventivos com maior eficácia, nesta etapa foi determinado a divisão do equipamento em sistemas e subsistemas, utilizando o manual do equipamento gerando a árvore do equipamento, conforme o Quadro 4, a máquina ficou dividida em:

- a) Sistema elétrico;
- b) Sistema pneumático;
- c) Sistema de solda 1;
- d) Sistema de solda 2;
- e) Conjunto tocha 1;
- f) Conjunto tocha 2;
- g) Conjunto da mesa;
- h) Conjunto porta móvel;
- i) Sistema de gás.

Quadro 4 - Decomposição da máquina

NIVEL DE ESTRUTURA	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO
1	SOLDA 15116.1	SOLDA SIMULTANEA
2	SOLDA 15116.1.1	SISTEMA ELETRICO
3	SOLDA 15116.1.1.1	PAINEL DE COMANDO
3	SOLDA 15116.1.1.2	PAINEL DE POTENCIA
3	SOLDA 15116.1.1.3	SISTEMA DE SEGURANCA
2	SOLDA 15116.1.2	SISTEMA PNEUMATICO
3	SOLDA 15116.1.2.1	CONJUNTO LUBRIFIL
4	SOLDA 15116.1.2.1.1	ELEMENTO FILTRANTE DO FILTRO DE AR
3	SOLDA 15116.1.2.2	PAINEL PNEUMATICO
2	SOLDA 15116.1.3	SISTEMA DE SOLDA 1
3	SOLDA 15116.1.3.1	CONJUNTO DE SOLDA
4	SOLDA 15116.1.3.1.1	FONTE DE SOLDA
4	SOLDA 15116.1.3.1.2	SENSOR DE PULSO DO CABO DA FONTE
3	SOLDA 15116.1.3.2	TRACIONADOR DE ARAME
3	SOLDA 15116.1.3.3	CAIXA DE PASSAGEM
2	SOLDA 15116.1.4	SISTEMA DE SOLDA 2
3	SOLDA 15116.1.4.1	CONJUNTO DE SOLDA
4	SOLDA 15116.1.4.1.1	FONTE DE SOLDA
4	SOLDA 15116.1.4.1.2	SENSOR DE PULSO DO CABO DA FONTE
4	SOLDA 15116.1.4.1.3	COOLER
3	SOLDA 15116.1.4.2	TRACIONADOR DE ARAME
3	SOLDA 15116.1.4.3	CAIXA DE PASSAGEM
2	SOLDA 15116.1.5	CONJUNTO DA TOCHA 1
3	SOLDA 15116.1.5.1	BRACO TOCHA
3	SOLDA 15116.1.5.2	POSICIONADOR DA TOCHA
3	SOLDA 15116.1.5.3	MOTOR ELETRICO POSICIONAMENTO DA TOCHA
3	SOLDA 15116.1.5.4	REDUTOR DE POSICIONAMENTO DA TOCHA
3	SOLDA 15116.1.5.5	CAIXA DE PASSAGEM
2	SOLDA 15116.1.6	CONJUNTO DA TOCHA 2
3	SOLDA 15116.1.6.1	BRACO TOCHA
3	SOLDA 15116.1.6.2	POSICIONADOR DA TOCHA
3	SOLDA 15116.1.6.3	MOTOR ELETRICO POSICIONAMENTO DA TOCHA
3	SOLDA 15116.1.6.4	REDUTOR DE POSICIONAMENTO DA TOCHA
3	SOLDA 15116.1.6.5	CAIXA DE PASSAGEM
2	SOLDA 15116.1.7	CONJUNTO DA MESA
3	SOLDA 15116.1.7.1	MESA
3	SOLDA 15116.1.7.2	CENTRALIZADOR DO TUBO
3	SOLDA 15116.1.7.3	CILINDRO PNEUMATICO POSICINADOR MESA
3	SOLDA 15116.1.7.4	MOTOR ELETRICO WEG FC48177 0,50HP INDEX
3	SOLDA 15116.1.7.5	REDUTOR DO INDEX
3	SOLDA 15116.1.7.6	CONJUNTO INDEX
3	SOLDA 15116.1.7.7	CONJUNTO ENCODER
3	SOLDA 15116.1.7.8	CILINDRO PNEUMATICO DO FREIO
3	SOLDA 15116.1.7.9	CAIXA DE PASSAGEM
2	SOLDA 15116.1.8	CONJUNTO PORTA MOVEL
3	SOLDA 15116.1.8.1	PORTA
3	SOLDA 15116.1.8.2	CILINDRO PNEUMATICO DE ELEVACAO
2	SOLDA 15116.1.9	SISTEMA DE GAS
3	SOLDA 15116.1.9.1	CIRCUITO DE GAS

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Na minha experiência junto com a equipe técnica foi utilizado uma planilha para descrever os itens que compõe o equipamento, com informações como fabricante, especificações, medidas, quantidade instalada e informações pertinentes das características do sistema, conforme Quadro 5, essa planilha também foi utilizada para alimentação do estoque no sistema de gestão da manutenção no modulo de materiais, com intuito de ajudar no controle do estoque e programação das futuras programações.

Quadro 5 - Especificação do almoxarifado

DESCRIÇÃO DO ITEM	CÓDIGO DO FABRICANTE	ESTOQUE ATUAL
SENSOR MAGNETICO	4621A - PARKER	4
ELEMENTO FILTRANTE 5UM	AF40P-060S - SMC	3
CORREIA V	A-60 - GATES	5
CAPA ROLAMENTO ROLOS CONICOS	3720 - TIMKEM	2

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Para a construção da árvore do equipamento da solda simultânea, foi necessário entender o seu funcionamento, compreendendo a sua estrutura até o nível de componente com a ajuda do manual técnico afim de conhecer as condições básicas de funcionamento afim de mapear as possíveis falhas que podem levar a parada desse equipamento.

Nesta análise foram priorizados componentes com maior tendência a falhas levando em consideração as informações de operadores e técnicos.

Segundo Zaions (2003), a etapa da decomposição do equipamento tem como objetivo a identificação das principais peças com potencial falha funcional e criticidade para o equipamento podendo apresentar alta taxa de falha, altos custos de manutenção e baixa manutenção.

Eu correlaciono essa atividade com as matérias de elementos de máquinas I e II, onde verifiquei o processo de cálculo e dimensionamento dos elementos utilizados

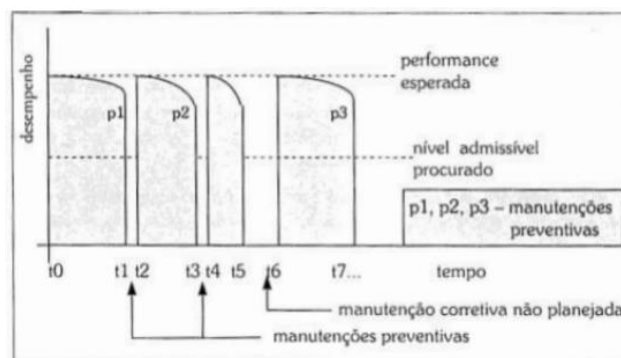
em equipamentos em cada ocasião. Em eletrotécnica conhecemos componentes eletrônicos, realizando os cálculos de dimensionamento, com o aprendizado pode compreender a importância dos componentes.

2.3.3 Elaboração de um plano de manutenção preventiva para uma máquina de solda

A criação dos planos preventivos é fundamental, para o alcance dos grandes resultados da manutenção, como objetivo principal de aumentar a eficácia global do equipamento (OEE), com o custo otimizado, respeitando as normas de segurança, qualidade do produto e meio ambiente.

Segundo Pinto e Xavier (2002), a manutenção preventiva tem como principal objetivo evitar que a falha aconteça, gerando queda na performance do equipamento, seguindo um planejamento respaldado em intervalos de tempo preliminarmente definidos, conforme a imagem 21.

Imagem 21 - Manutenção Preventiva



Fonte: Pinto e Xavier (2001).

“A manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção das instalações em intervalos pré-planejados” (SLACK; JOHNSTON, 2008, p. 645).

Conforme Slack e Johnston (2008), a principal missão da manutenção é evitar a ocorrência de falhas, que por sua vez elabora um plano com base nas recomendações do fabricante da máquina e experiência adquirida em máquinas similares.

Para iniciar a criação do plano preventivo precisamos seguir as seguintes linhas de recomendações do fabricante (Manual do equipamento), histórico do equipamento e a experiência dos mantenedores.

Iniciamos a elaboração dos planos junto com o time de mecânica, eletrônica, operadores e a liderança da área, aplicando conceitos das matérias aprendidas durante o curso, como eletrotécnica e elementos de máquinas.

Com o levantamento dos componentes da máquina, bem como os respectivos cadastros e tagueamentos, foi possível identificar todos os pontos da máquina, onde há necessidade de ser monitorado, tomando como base informações do fabricante, conhecimento técnico da equipe, máquina e sistemas similares e histórico de quebra.

Como esta máquina é composta por diversos sistemas e conjuntos foi determinado passar por todos eles, estabelecendo melhor entendimento e assertividade nas tarefas a serem atribuídas. Contudo cabe a observação que nem todos os sistemas relacionados a este equipamento, receberam algum tipo de manutenção preventiva, fato esse que foi determinado pela utilização do sistema para máquina, ou seja, sistemas ou componentes que não param a máquina que não seriam relacionados como manutenção preventiva.

Alguns aspectos fundamentais nos procedimentos de manutenção autônoma, também foram considerados aqui, tais como: inspeções visuais, limpezas e lubrificação.

Em seguida foram analisadas a frequência das intervenções, contendo período onde acontecerá a intervenção, podendo esse período ser em faixa de tempo (anual, mensal e quinzenal) ou por faixa de utilização (ciclos e horas).

Para cada item com manutenção preventiva foi proposto informando o técnico especialista na tarefa, avistados as ferramentas necessárias para execuções da tarefa, intimado o tempo para a execução e a quantidade de mão de obra necessária, conforme o quadro 6.

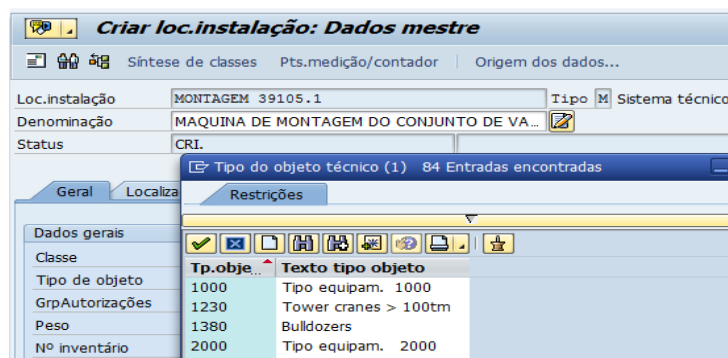
Quadro 6 - Plano de manutenção Preventiva

Nº PLANO	TEXTO PLANO DE MANUTENÇÃO	PERIODICIDADE	QUANTIDADE/ESPECIALIDADE	DURAÇÃO	FERRAMENTAS
2876	SOLDA 15116.1.2.1.1 - TROCAR ELEMENTO DE AR	ANUAL	1 - MECÂNICO	2H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2877	SOLDA 15116.1.3.1.1 - LIMPEZA DA FONTE DE SOLDA	ANUAL	2 - MECÂNICO	2H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2878	SOLDA 15116.1.3.1.2 - TROCAR SENSOR DE PULSO	ANUAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2879	SOLDA 15116.1.4.1.1 - LIMPEZA DA FONTE DE SOLDA	MENSAL	1 - MECÂNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2880	SOLDA 15116.1.4.1.2 - TROCAR SENSOR DE PULSO	ANUAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2881	SOLDA 15116.1.4.1.3 - LIMPEZA DE COLLER	ANUAL	1 - MECÂNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2882	SOLDA 15116.1.7.6 - TROCAR CORREIA SINCRONIZADA	ANUAL	1 - MECÂNICO	3H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2883	SOLDA 15116.1.7.7 - TROCAR CORREIA V	ANUAL	1 - MECÂNICO	3H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6181	SOLDA 15116.1.1.1 - LIMPEZA E REAPERTO PAINEL DE COMANDO	QUINZENAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6182	SOLDA 15116.1.1.2 - LIMPEZA E REAPERTO PAINEL DE POTÊNCIA	QUINZENAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6183	SOLDA 15116.1.1.3 - LIMPEZA REAPERTO DO SISTEMA DE SEGURANÇA	QUINZENAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6184	SOLDA 15116.1.2.1 CONJ LUBRIFIL 8W	QUINZENAL	1 - MECÂNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6185	SOLDA 15116.1.2.2 P_PNEUMATICO 12W	QUINZENAL	1 - MECÂNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6186	SOLDA 15116.1.3.3 CX_PASSAGEM 26W	ANUAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6187	SOLDA 15116.1.4.3 CX_PASSAGEM 26W	ANUAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6188	SOLDA 15116.1.5.5 CX_PASSAGEM 26W	ANUAL	1 - ELETRÔNICO	1H	CARRINHO DE MANUTENÇÃO

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

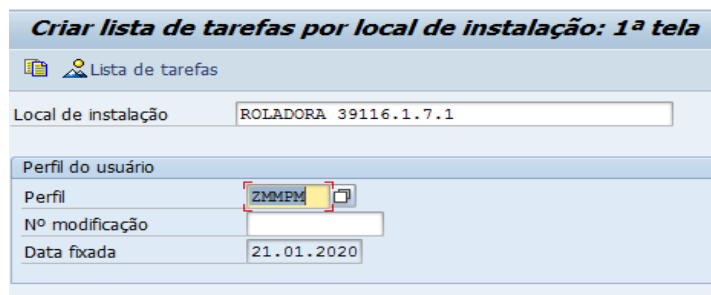
Após a elaboração do plano preventivo para máquina de solda, desenvolvida pelo time multidisciplinar, passou-se para a etapa de cadastramento do sistema de manutenção da empresa SAP módulo PM, constando as necessidades para intervenção da máquina e a alimentação dos parâmetros determinados, durante a execução do plano preventivo de manutenção, conforme as imagens 22, 23 e 24.

Imagem 22 - Parâmetros no SAP PM - Cadastro do equipamento - Transação IL01



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

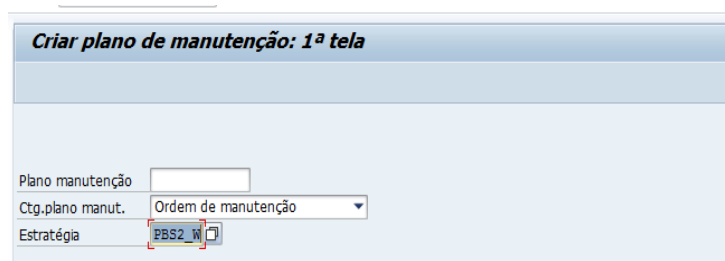
Imagem 23 - Cadastro das tarefas do plano - IA10



The screenshot shows the SAP 'Criar lista de tarefas por local de instalação: 1ª tela' interface. It includes a 'Lista de tarefas' icon, a 'Local de instalação' field with the value 'ROLADORA 39116.1.7.1', and a 'Perfil do usuário' section with fields for 'Perfil' (ZMMPM), 'Nº modificação', and 'Data fixada' (21.01.2020).

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Imagem 24 - Criação do plano preventivo - Transação IP42



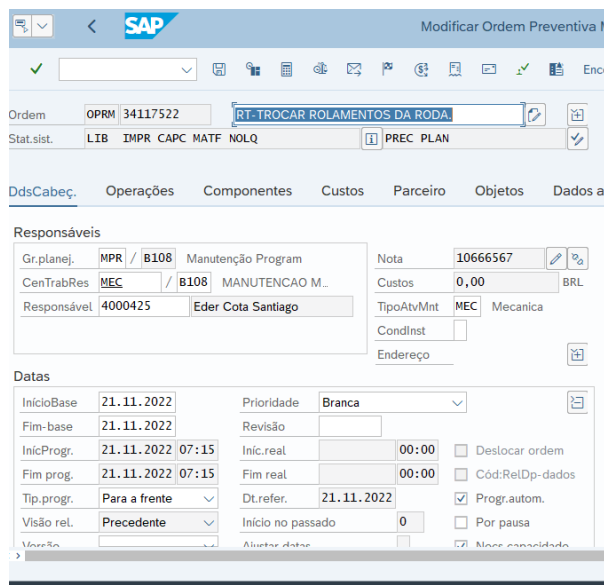
The screenshot shows the SAP 'Criar plano de manutenção: 1ª tela' interface. It includes fields for 'Plano manutenção', 'Ctg.plano manut.' (set to 'Ordem de manutenção'), and 'Estratégia' (set to 'PBS2').

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Pinto e Xavier (2001) consideram que o planejamento busca detalhar o serviço e determinar as principais tarefas que irão compor o trabalho, bem como os recursos necessários e o tempo de cada uma, além de levantar quais as ferramentas pesadas que atuarão nas atividades mais críticas, bem como o custo de todo o serviço. Sua missão é melhorar a produtividade a partir de serviços de manutenção programados, mediante análise prévia dos equipamentos e observação dos possíveis problemas que afetam os processos operacionais. Após a criação do plano preventivo, espero como resultado redução de quebra, correlaciono com as matérias Manutenção industrial e a gestão de projeto, onde é estudado as ferramentas que são utilizadas na estrutura para criar um planejamento de um plano preventivo.

Para gerir as atividades de manutenção utilizamos do software SAP módulo PM, responsável por garantir que as atividades preventivas inseridas sejam executadas, correlacionando com a matéria de manutenção industrial, onde é estudado os sistemas de gerenciamento de manutenção e o SAP PM é um dos software de gerenciamento. Por meio do sistema são geradas as ordens de manutenção, onde é possível identificar na máquina o ponto a ser reparado e demais necessidades, conforme Imagem 25.

Imagem 25 - Ordem de serviço



The screenshot shows the SAP 'Modificar Ordem Preventiva' (Modify Preventive Order) interface. The order number is OPRM 34117522 with the description 'RT-TROCAR ROLAMENTOS DA RODA'. The order status is 'PREC PLAN'. The responsible person is Eder Cota Santiago. The start date is 21.11.2022. The priority is 'Branca' (White). The order is for a 'Manutenção Program' (Planned Maintenance) with a cost of 0,00 BRL. The order type is 'MEC' (Mechanical). The order is set to 'Para a frente' (Forward) and 'Precendente' (Precedent).

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A ordem de serviço vai acompanhada de um procedimento de manutenção mostrando todo o detalhamento de execução do serviço, conforme Imagem 26.

Imagem 26 - Procedimento de manutenção

Tipo de intervenção		MANUTENÇÃO PAINEL DE POTENCIA	
n°	TTr (min)	Descrição	Material / Ferramenta
1		LIMPAR PAINEL	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
2		LIMPAR/REAPERTAR COMPONENTES	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
3		LIMPAR/REAPERTAR CABOS	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
4		LIMPAR/REAPERTAR SENSORES	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
5		LIMPAR/REAPERTAR MICROS	CARRINHO DE MANUTENÇÃO
6		LIMPAR/REAPERTAR - BOTOEIRA DE ACIONAMENTO	CARRINHO DE MANUTENÇÃO

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A programação da execução desse serviço, após a distribuição das ordens e de responsabilidade dos líderes de manutenção. Cada ordem de serviço vai gerar informações, referente a execução da tarefa determinada, de posse dessas informações é possível acompanhar o desempenho da manutenção, através de gráficos e indicadores permitindo assim o controle do setor de forma organizada e gerando propriedade para as tomadas de decisões gerenciais: recursos de mão de obra, matérias, indicadores de performance e custos, conforme imagem 27.

Imagem 27 - Indicador - Cenário preventiva



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Nas disciplinas de manutenção industrial e estatística, foi estudado como criar os indicadores de manutenção, onde foi realizado os cálculos de Mtbf e Mtrr, custos de manutenção, desvio padrão e OEE, para que possamos medir os dados e gerenciá-los.

Dessa forma os ativos têm uma maior confiabilidade para desempenhar sua função operacional, conforme foi projetado, correlaciono esse ponto com as aulas de projeto integrador, onde trabalhamos com o planejamento até a execução dos projetos.

3 AUTOAVALIAÇÃO

Devido estarmos em aprimoramento de conhecimento de avaliação crítica, na ótica do ser humano destacaremos individualmente pontos de vista divididos em categorias de pessoal e profissional, relevando cada membro a expor desafios enfrentados e superados.

Continuaremos na sequência de apresentação dos alunos Cleidson, Leandro e Renilvânia.

3.1 Autoavaliação do aluno Cleidson

3.1.1 Desenvolvimento profissional

A vivência que realizei na obra durante a etapa de elaboração de plano de manutenção numa célula de solda robotizada amplificou minha percepção visual e técnica correlacionando a teoria aplicada em sala de aula com a prática. Com a experiência foi possível ver cada etapa do processo, compreendendo melhor o dia a dia e o quantitativo das informações disponíveis. Foi um desafio verificar como estas agregariam o qualitativo de algo que não é rápido e temos vários receios às mudanças organizacionais.

Entretanto, foi enriquecedor esta vivência nas áreas de Automação e Robótica, bem como gestão de Manutenção, apesar de não obter resultado imediato (pois os componentes da célula possuem comportamentos diferentes em dado espaço de tempo), alcancei um grau de aprendizado de solda robotizada e não menos importante, maior contato com processo e produto da empresa que realizei estágio.

3.1.2 Desenvolvimento pessoal

No decorrer da vivência tive a oportunidade de conhecer melhor como é lidar com pessoas que não tem formação técnica, mas estão diretamente ligadas aos processos e a compreensão e o respeito por toda a equipe presente foram fundamentais para manter o equilíbrio das relações interpessoais, criando um ambiente agradável de conviver.

Como superação, notei que o diálogo com todos é fundamental devido a ser um processo de novidade e aguça a curiosidade e percebi também que as fontes corretas levam às melhores escolhas quando procuramos usar o conceito de equidade.

3.1.3 Perspectivas de formação continuada

Na vivência na fábrica de autopeças destacando conhecimentos adquiridos e praticados das disciplinas de Robótica, Manutenção e Automação Industrial citando acompanhamento das atividades observadas detalhando funcionamento básico de Robô de Solda, de um plano de manutenção preventivo. Pretendo expandir para outras células da fábrica e conhecer outros fabricantes e esta nova visão poderá elevar tecnicamente o setor o qual trabalho e conseqüentemente um reconhecimento financeiro e motivacional.

3.2 Autoavaliação do aluno Leandro Jose Pereira

3.2.1 Desenvolvimento profissional

A vivência me permitiu trabalhar os conhecimentos adquiridos ao longo das disciplinas cursadas com a prática dentro da rotina de uma empresa, ou seja, foi uma aplicação do que aprendi e compreendi em cima da atuação na área da empresa.

Após esta etapa, os desafios enfrentados e superados me proporcionaram uma grande experiência e qualificação no âmbito profissional, melhorando assim os índices de qualidade para a empresa, e aprimorando o nível técnico dos serviços desenvolvidos.

3.2.2 Desenvolvimento pessoal

Aprendi durante o acompanhamento das atividades e estudos que a organização do tempo entre questões pessoais, profissionais e de aprendizado são de fundamental importância para a conclusão dos aprendizados.

Para que, as dificuldades encontradas em conciliar tais atividades fossem enfrentadas e superadas ao longo do tempo, requereu muita determinação, equilíbrio e competência para concluir com o máximo possível de conhecimentos absorvidos durante a graduação.

3.2.3 Perspectivas de formação continuada

Após minha formação pretendo seguir na área da engenharia mecânica, que compreende uma diversificação ampla de atividades, bem como, da gestão de manutenção e supervisão de equipamentos.

Minha vivência na área foi muito interessante, pelo fato de me sentir bem confortável nas atividades que ela engloba e pretendo me especializar, cada vez mais, no seguimento correlacionado e desenvolvido.

3.3 Autoavaliação da aluna Renilvânia Aline de Lima

3.3.1 Desenvolvimento profissional

Por tudo isso, a experiência adquirida no período de estágio resultou em um conhecimento mais específico das atividades executadas, possibilitando a utilização da base teórica.

3.3.2 Desenvolvimento pessoal

Diante dessa oportunidade profissional e pessoal e na certeza que ainda tenho muito a desenvolver nesse caminho que eu escolhi. A progressão é contínua e muito prazerosa. Tenho ainda muito que aprender, pois o mercado exige sempre nos qualificar, já que vivemos a era da tecnologia.

3.3.3 Perspectivas de formação continuada

Após a formação pretendo seguir para uma pós-graduação, para que possa me desenvolver na área da gestão de manutenção, e seguir no processo de gerir pessoas, pois é o maior ativo da empresa.

4 CONCLUSÃO

Após todas as atividades desenvolvidas por cada componente do grupo, chegamos ao fim, onde serão apresentadas as conclusões dos objetivos de cada aluno a seguir:

Eu, Cleidson Freitas Freire, acredito que no decorrer da vivência e com base nos conhecimentos adquiridos no curso de engenharia mecânica, foi possível elaborar Plano de Manutenção. Por meio da vivência, conclui que este caminho, de se investir em manutenção preventiva, além de mais barata, é grande a possibilidade a médio e longo prazo, gerarmos bons resultados profissionais e pessoais.

E continuarei a investir na área de Planejamento e ficou claro, para mim, que um passo importante será de investir no idioma, principalmente a língua inglesa.

Eu, Leandro, avaliei que foi possível alcançar os objetivos iniciais dos procedimentos para vendas, manutenções e verificação dos equipamentos com sucesso. Sugiro para os leitores que vão utilizar este trabalho como referência, que pesquisem mais sobre artigos mais recentes relacionados a área, dediquem tempo e busquem por novos conhecimentos.

Eu, Renilvânia após a experiência de vivenciar a área de manutenção, foi possível me desenvolver no planejamento e programação da manutenção, após as experiências vivenciadas e foi proporcionado a convivência com grandes profissionais, permitindo o direcionamento profissional.

Concluimos que todas as nossas experiências foram satisfatórias, onde adquirimos grandes aprendizagens, desenvolvimentos profissionais e pessoais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial**: princípios técnicos e operações. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 1.

ALMEIDA, Sérgio. **Como cativar o cliente através de um excelente atendimento**. 86 ed. Salvador: Casa da Qualidade, 2003.

ARAÚJO, Evanir. Manutenção Industrial: o que é, exemplos e principais tipos. **Automação Industrial**, [S.l.], 24 fev. 2022. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/manutencao-industrial/>. Acesso em: 14 out. 2022.

ASIMOV, Isaac. **Eu, Robô**. São Paulo: Exped, 1978.

ASKELAND, Donald, R.; PHULÉ, Pradeep P. **Ciência e engenharia dos materiais**. 2nd ed. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DENORMAS TÉCNICAS. **NBR 12892**: elevadores unifamiliares ou de uso restrito à pessoa com mobilidade reduzida: requisitos de segurança para construção e instalação. _____ . **NBR12892**: São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DENORMAS TÉCNICAS. **NBR 13994**: elevadores de passageiros - Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência. _____ . **NBR13994**: São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DENORMAS TÉCNICAS. **NBR 16083**: manutenção de elevadores, escadas rolantes e esteiras rolantes. _____ . **NBR16083**: Requisitos para instruções de manutenção. São Paulo, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DENORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. _____ . **NBR5462**: São Paulo, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DENORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. _____ . **NBR8800**: 2 ed. São Paulo, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DENORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR NM 207/99**: elevadores elétricos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação. _____ . **NBRNM207**: 18 ed. São Paulo, 1999.

AUSTRAL CONSULTORIA & SERVIÇOS EM ELEVADORES. Substituição ou encurtamento do cabo do regulador de velocidade. **Austral Elevadores**, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://www.australelevadores.com.br/Reparos-Mecanicos/55/Substituicao-ou-encurtamento-do-cabo-do-regulador-de-velocidade>. Acesso em: 14 out. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 out. 2021.

CARNEIRO, Alfredo. As três leis da robótica de Isaac Asimov. **Netmundi**: arte, cultura e filosofia, [S.l.], 21 set. 2022. Disponível em: <https://www.netmundi.org/home/2017/as-tres-leis-da-robotica-de-isaac-asimov/>. Acesso em: 14 out. 2022.

CARVALHO, André C. P. L. F. de; LORENA, Ana Carolina. **Introdução à computação**: hardware, software e dados. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CONDORI, Leonidas Mauricio. **Confiabilidade e política de manutenção aplicadas a sistemas de máquinas de Plataformas Offshore**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8273/1/878565.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

COLLINS, Jack A. **Projeto mecânico de elementos de máquinas**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

CORREA, Sara. Check list Manutenção Preventiva: principais modelos + passo a passo para personalizar o seu. **Produtivo**, [S.l.], 30 maio 2022. Disponível em: <https://www.produtivo.com.br/blog/check-list-manutencao-preventiva/>. Acesso em: 14 out. 2022.

CUNHA, Álvaro da Rosa. **Seleção de material para polias de elevadores**. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/127744>. Acesso em: 14 out. 2022.

DUARTE, Celina Lopes; MORI, Manoel Nunes; BAUMGARTNER, João Batista. Tratamento de óleo de corte pelo processo de oxidação avançada por radiação ionizante. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, São Paulo. **Anais [...]**.

São Paulo: IPEN-CNEN, 2004. p. 3578-3585. Disponível em:
<http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/1831.5/11026.pdf?sequence=1>
. Acesso em: 14 out. 2022.

ELEVADORES ATLAS SCHINDLER S/A. **Manual do transporte vertical em edifícios, elevadores de passageiros, escadas rolantes, obra civil e cálculo de tráfego.** São Paulo: Pini, 2001.

FANUC SOUTH AMERICA. Descrição dos serviços de manutenção preventiva em robôs FANUC. São Paulo: CRC, 2018.

FANUC AMERICA REPRESENTATIVE. Welding robots/Arc welding robots/Spot welding robots/Laser Welding robots/Welding cobots. **Fanuc**, [S.l.], 2022a. Disponível em: <https://www.fanucamerica.com/solutions/applications/welding-robots>. Acesso em: 14 out. 2022.

FANUC AMERICA REPRESENTATIVE. Ready to redefine your manufacturing strategy? **Fanuc**, [S.l.], 2022b. Disponível em: <https://www.fanucamerica.com/>. Acesso em: 14 out. 2022.

FERREIRA, Renato Oliveira e. **Automação de uma banca de ensaios de mangueiras hidráulicas a elevada pressão.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Faculdade do Porto, Porto, 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/90129/2/35212.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

FIGUEIREDO, Marcelo Tamaoki; RODRIGUES, Anderson Lacerda. **Proposta de implantação da manutenção preventiva no setor de solda em uma empresa metalmeccânica.** 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Mecânica) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2017.

FRANCESCHI, Alessandro de; ANTONELLO, Miguel Guilherme. **Elementos de máquinas.** Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria; Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/342/2020/04/ELEMENTOS-DE-M%C3%81QUINAS.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

LAMB, Frank. **Automação industrial na prática.** Porto Alegre: Bookman, 2015.
LIMA, Macsuel da Silva. **Instalação de elevadores em obras novas: análise dos dispositivos elétricos e eletrônicos.** 2019. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Mecânica) - Centro Universitário FACVEST, Lages, 2019. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/23c31-lima,-m.-s.-instalacao-de-elevadores-em-obras-novas-analise-dos-dispositivos-eletricos-e-eletronicos.-tcc,-2019pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

LOPES, Josepher. **Fundamentos do SAP**. São Paulo: MDL Consulting, 2020. 109 slides.

MARRAS, Jean Pierre. **Administração de recursos humanos: do operacional ao estratégico**. 5 ed. São Paulo: Futura, 2000.

PARKER HANNIFIN INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Manual de treinamento mangueiras e conexões**. Jacareí, SP: Parker Store, 2006. Disponível em: <https://www.tecnoflexpe.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Manual-de-Treinamento-Mangueiras-e-Conex%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio A. Nascif. Nascif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio A. Nascif. **Manutenção: função estratégica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio A. Nascif. **Manutenção: função estratégica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

PRATA, Auricélio. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

RIBEIRO, Giovani Costa. A importância dos critérios de sustentabilidade na definição da criticidade dos equipamentos analisados sob a ótica de RCM2. **Revista de la Comisión de Integración Eléctrica Regional**, Texas, n. 55, p. 3-10, June 2010.

ROSSDEUTSCHER JUNIOR, Joe Luiz. **Análise de vibração em rolamentos industriais**. 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Mecânica) - Centro Universitário FACVEST, Lages, 2018. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/0935b-tcc-joe-luiz-rossdeutscher-junior-eng.-mecanica-2018.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

ROWLEY, J. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. **Journal of Information Science**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 163-180, Apr. 2007.

SAKURADA, Eduardo Yuji. Análise dos modos de falha e seus efeitos na bomba de engrenagens externas. *In*: SAKURADA, Eduardo Yuji. **As técnicas de análise dos modos de falhas e seus efeitos e análise da árvore de falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. p. 75-78. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/7460/material/FM_EA_CAP5.pdf. Acesso em: 14 out. 2022.

SANTOS, Carlos Eduardo Figueiredo dos. **Processos de soldagem**: conceitos, equipamentos e normas de segurança. São Paulo: Saraiva, 2015.

SANTOS, Lucas Oliveira et al. Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA): uma avaliação das publicações em periódicos nacionais e internacionais. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO SERGIPE, 9., 2017, São Cristóvão. **Anais** [...]. São Cristóvão: DEPRO/UFS, 2017. p. 81-93. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7580/2/AnaliseModosFalha.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

SANTOS, Winderson Eugenio dos; GORGULHO JÚNIOR, José Hamilton Chaves. **Robótica industrial**: fundamentos, tecnologias, programação e simulação. São Paulo: Saraiva, 2014.

SELEME, Robson. **Manutenção Industrial**: mantendo a fábrica em funcionamento. Curitiba: Intersaberes, 2015.

SILVEIRA, Aline Moraes da. Manutenção preventiva. *In*: SILVEIRA, Aline Moraes da. **Manutenção industrial**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. p. 1-11.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. O que é Automação Industrial. **Citisystems**, Sorocaba, 26 ago. 2011. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/>. Acesso em: 14 out. 2022.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TREMONTI, Marcos Antônio. Incorporar a Robótica aplicada à soldagem: as questões organizacionais para se obter sucesso. **Infosolda**: o portal brasileiro da soldagem, Osasco, 27 nov. 2018.

ZAIONS, Douglas Roberto. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.