

**INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS
CAMPUS CAXIAS DO SUL**

MARCOS ALBUQUERQUE

**O DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA
APLICAÇÃO NOS EQUIPAMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

**CAXIAS DO SUL
2023
MARCOS ALBUQUERQUE**

**O DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA
APLICAÇÃO NOS EQUIPAMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Caxias do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Fernando Elemar Vicente dos Anjos

CAXIAS DO SUL

2023

RESUMO

A consequência de um equipamento operando de forma irregular abrange, em sua maioria, prejuízos ligados a retrabalhos e produtos fora dos padrões pré-determinados, aumentando o custo de produção e afetando os indicadores de eficiência global. A empresa onde foi realizado este estudo requer a implementação do modelo de manutenção preventiva, para tal necessita que seja criado um plano de manutenção preventiva; como forma de auxiliar a empresa em questão, este trabalho tem como objetivo a criação de um plano de manutenção preventiva a ser aplicado em um grupo específico de equipamentos de seu parque fabril. Plano este criado com a participação de uma equipe multidisciplinar da empresa, onde foram levantados os principais equipamentos que receberam a intervenção, denominados críticos. Como base de desenvolvimento foi utilizado os manuais dos equipamentos e as informações do sistema da empresa. Como resultado foi criado um cronograma, por meio do qual é feito o controle das datas das manutenções e das quantidades, bem como de sua utilização no prazo estipulado. Cada grupo de equipamento recebeu um *checklist*, a partir do qual o responsável por aquela manutenção tem uma fácil visualização dos pontos onde precisa intervir, gerando também um padrão de serviço.

Palavras-chave: Manutenção. Plano. Preventiva. Cronograma.

ABSTRACT

For the most part, the consequence of equipment operating irregularly includes losses linked to rework and products that don't achieve the predetermined standards, increasing production costs and affecting global efficiency indicators. The company where this study was carried out requires the implementation of the preventive maintenance model, for which a preventive maintenance plan needs to be created; as a way of helping this company, this project aims to create a preventive maintenance plan to be applied to a specific group of equipment in its industrial park. The plan was created with a multidisciplinary team that works in the company, where the main equipment that received the intervention, known as critical, was surveyed. As a basis for development, the equipment's handbook and some information from the company's system were used. As a result, a schedule was created, through which maintenance dates and quantities are controlled, as well as their use within the stipulated period. Each equipment group received a checklist, from which the person responsible for that maintenance can easily view the points that need some intervention, also generating a service standard.

Keywords: Maintenance. Plan. Preventive. Timeline.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de manutenção	11
Figura 2 – Metodologia	17
Figura 3 – Indicador de paradas de equipamentos mensal	18
Figura 4 – Seleção de equipamentos críticos	20
Figura 5 – Cronograma de manutenção preventiva	22
Figura 6 – Gráfico de manutenções programadas x realizadas	25

LISTA DOS QUADROS

Quadro 1 – Profissionais por área	19
Quadro 2 – Relação de equipamentos	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – <i>Checklist</i> de manutenção por grupo de equipamentos.....	24
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	11
2.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA	13
2.3 MANUTENÇÃO BASEASA EM CONDIÇÕES	14
2.4 MANUTENÇÃO CORRETIVA	16
3 METODOLOGIA	17
4 RESULTADOS	21
5 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da produção e com a redução do prazo de entrega dos itens produzidos na empresa em estudo, se faz necessário que os equipamentos estejam sempre disponíveis para serem utilizados nos processos produtivos. Nas palavras de Garcia (2014, p. 02), “a falta de manutenção dos equipamentos pode causar perdas para a empresa, além de problemas de qualidade e atraso nas entregas”.

Nesse sentido, Guimarães (2012, p. 02) destaca que, “ao se tratar de qualidade e produtividade, a manutenção exerce um papel vital, evitando com que o equipamento sofra uma parada não programada ou que comece a produzir fora de padrão.”

A empresa tem um número alto em comparação ao total de horas disponíveis dos equipamentos de paradas indesejadas nas máquinas, gerando baixa disponibilidade, sendo um cenário que contribui para não gerar o faturamento esperado, resultando no acúmulo de pedidos em atraso de entrega.

O objetivo geral deste trabalho é criar um plano de manutenção preventiva, com periodicidade de intervenções, checklists e indicadores de acompanhamento, para os equipamentos da empresa em questão. O plano será usado como ferramenta para a redução de paradas indesejadas dos equipamentos, com o consequente aumento de sua disponibilidade, impactando positivamente no faturamento da empresa.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), na Norma Brasileira – NBR 5462: a “disponibilidade pode ser definida como a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado”.

Nesse contexto, Borilo (2017, p. 55) afirma que são importantes objetivos da manutenção: “a redução de custos da empresa, o evitar paragens com perdas produtivas, encurtar ao máximo tempos de indisponibilidade de equipamento, melhorar qualidade produtiva, aumentar a segurança e incrementar o *output* produtivo”.

A manutenção de equipamentos ocupa uma parcela significativa dos custos das empresas, especialmente no setor industrial, criando a necessidade de práticas eficazes de gerenciamento e manutenção de ativos que possam influenciar

positivamente os fatores de sucesso, como o preço, a lucratividade, a qualidade, a entrega confiável, a segurança e a velocidade de inovação (SANTOS, 2009).

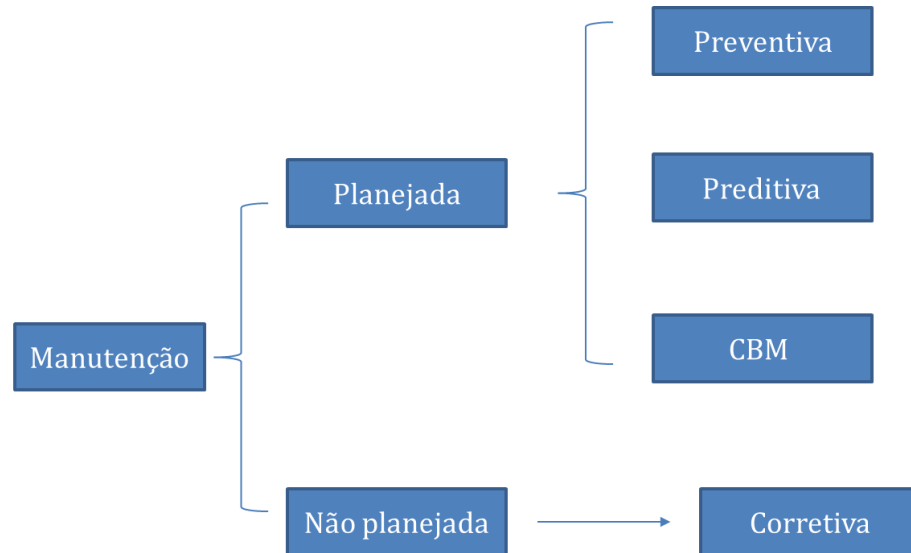
A empresa onde este estudo foi realizado apresenta ocorrências de manutenções corretivas frequentes, o que vem impactando diretamente seu faturamento mensal, as paradas devido a manutenções nos equipamentos representam o maior percentual de perda de horas produtivas conforme os dados gerados no seu sistema.

Nesse contexto, este estudo de caso procura responder ao seguinte questionamento: “Como estruturar um plano de manutenção preventiva, com o objetivo de contribuir para evitar paradas não programadas dentro do processo produtivo?”. O trabalho está dividido em seções, de modo que a próxima etapa apresentará o referencial teórico. Em seguida, é possível visualizar a metodologia utilizada, seguida pela seção de resultados. Por fim, será apresentada uma conclusão, mostrando as vantagens da aplicação da manutenção preventiva de equipamentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Diante dos diversos modelos de manutenção existentes, buscou-se na literatura os principais, conforme podemos visualizar na Figura 1 abaixo:

Figura 1 – Modelos de manutenção



Fonte: o autor (2023)

Assim esta seção abordará o que cada um destes modelos tem por objetivo e a sua sistemática de aplicação.

2.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é um elemento importante da atividade de manutenção industrial, podendo ocupar uma significativa parte do tempo do setor responsável por tal atividade nas empresas. Nas palavras de Bueno (2020, p. 25):

a manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção, promovendo atividades rotineiras como: limpeza, lubrificação, substituição e verificação de equipamentos, peças e/ou máquinas, além de instalações em períodos pré-determinados, normalmente de acordo com instruções do fabricante por meio de operação e manutenção.

De acordo com a NBR 5462/94, manutenção preventiva é a “manutenção 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”. Assim, pode-se definir a manutenção preventiva como o cuidado do pessoal de manutenção para manter as instalações em um estado operacional satisfatório, fornecendo inspeção sistemática, detecção e correção de falhas incipientes antes de seu desenvolvimento em grandes falhas ou antes de sua ocorrência.

A manutenção preventiva possui os seguintes significados: antever as falhas de manutenção, sob responsabilidade da equipe da manutenção, é uma atividade rotineira de manutenção e com regularidade realizada em equipamentos afim de evitar paradas e quebras, este modelo inclui verificações, lubrificação, testes e demais ajustes e tem o objetivo de que as falhas não ocorram, mantendo os ativos em condições normais de operação (MOUBRAY,1996).

Um dos objetivos da manutenção preventiva é fazer com que o equipamento passe de um serviço planejado para o próximo serviço planejado, sem falhas causadas por fadiga, negligência ou desgaste normal (itens evitáveis). As atividades de manutenção incluem a realização de revisões parciais ou completas em períodos específicos, trocas de óleo, lubrificação, pequenos ajustes e assim por diante. Além disso, os trabalhadores registram a deterioração do equipamento, para no futuro substituir ou consertar peças desgastadas antes que elas causem falhas no sistema (NETTO, 2008).

Segundo Bueno (2020, p. 32), algumas etapas podem ser seguidas para a implementação, sendo elas:

- a. Decidir qual o tipo de equipamento que deverá marcar a instalação da manutenção preventiva, o que se dará com base no feeling da supervisão de manutenção e operação;
- b. Efetuar o levantamento e, posteriormente, o cadastramento de todos os equipamentos que serão escolhidos para iniciar a instalação da manutenção preventiva, isto é, o plano piloto;
- c. Redigir o histórico dos equipamentos, relacionando os custos de manutenção (mão de obra, materiais e, se possível, o lucro cessante nas emergências), tempo de parada para os diversos tipos de manutenção, tempo de disponibilidade dos equipamentos para produzirem, causas das falhas etc.
- d. Elaborar os manuais de procedimentos para manutenção preventiva, indicando as frequências de inspeção com máquinas que estão em funcionamento, que estão paradas, bem como as intervenções nelas realizadas;
- e. Enumerar os recursos humanos e os materiais que são necessários à instalação da manutenção preventiva;
- f. Apresentar o plano para aprovação da gerência e da diretoria;
- g. Treinar e preparar a equipe de manutenção.

Como forma de evitar as paradas não programadas por manutenção Moro e Auras (2007, pag. 15), descrevem que “as empresas introduziram o

planejamento e a programação da manutenção. A manutenção preventiva é o estágio inicial da manutenção planejada, e obedece a um padrão previamente esquematizado”.

2.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA

O termo preditiva refere-se ao ato de predizer, de dizer por antecipação, com antecedência; sendo uma situação em que há previsão, ou seja, que pode ser prevista. Para Seleme (2015, p. 46):

a manutenção preditiva é um programa orientado por condição (do equipamento, do sistema etc.), utilizando monitoramento direto da condição do equipamento, da eficiência do sistema e de outros indicadores para determinar o significado real do tempo até ocorrer a falha ou a perda de eficiência de cada equipamento ou do sistema na planta de produção.

Nesse modelo de manutenção, são realizadas inspeções periódicas nos equipamentos, a fim de prever as falhas. Para Gregório (2018, p. 108):

As variáveis mais comuns acompanhadas pela manutenção são a vibração, a temperatura, o ruído e a energia elétrica de alimentação das máquinas. Essas variáveis costumam ter um comportamento padrão durante a operação normal dos componentes. Qualquer alteração no valor dessas variáveis que modifique o padrão pode significar perda de rendimento e desgaste acentuado de peças e componentes, indicando proximidade de falhas e necessidade de intervenção nas máquinas.

Seguindo essa linha de raciocínio, Kardec e Nascif (2009) classificam a manutenção preditiva como a primeira grande quebra de paradigma na Manutenção, que se intensificará a medida que o conhecimento tecnológico evoluir, permitindo a avaliação confiável das instalações e dos sistemas operacionais em funcionamento.

Além disso, ela tem por objetivo prevenir que os equipamentos parem de funcionar por meio da realização de inspeções e dos dados gerados, identificando as falhas nos estágios iniciais. De acordo com Soeiro (2017, p. 64), “as técnicas preditivas mais comumente empregadas são a análise do óleo, a análise de vibração e a termografia”. Antes das falhas acontecerem, os equipamentos apresentam alguns sintomas, como por exemplo o super aquecimento de peças ou componentes, o aumento da vibração de partes móveis ou rotativas, entre outros que podem ser a causa raiz das quebras. Com a manutenção preditiva, é possível monitorar esses sintomas para fazer a intervenção quando estiverem acima dos padrões tolerados.

Para fazê-la, segundo Gregório (2018, p. 24), devem-se seguir alguns passos, que são:

- Planejamento inicial para definição de ferramentas necessárias e equipamentos inspecionados;
- Coleta de dados para avaliar o desempenho padrão dos equipamentos;
- Verificação contínua dos equipamentos;
- Dados constantemente comparados com o desempenho padrão;
- Armazenamento dos dados coletados;
- Acompanhamento periódico de todas as etapas para melhoria contínua.

Fazendo a devida coleta dos dados dos equipamentos Nepomuceno (2014, pag.41), destaca que: “é importante considerar que, na manutenção preditiva, há necessidade de uma organização rígida, que coordene e analise uma série apreciável de inspeções que são realizadas periodicamente em praticamente todos os equipamentos”.

2.3 MANUTENÇÃO BASEADA EM CONDIÇÕES

A manutenção baseada em condições (CBM) é um tipo de manutenção que é realizada somente quando é realmente necessária. Embora seja cronologicamente mais antiga, pode ser considerada uma seção ou prática dentro do campo de manutenção preditiva, neste modelo novas tecnologias e habilidades de conectividade são acionadas e onde o acrônimo CBM é mais usado para descrever o monitoramento baseado em condições do que na manutenção em si. A manutenção do CBM é realizada após um ou mais indicadores mostrarem que o equipamento irá falhar ou que o desempenho do mesmo está se deteriorando (XENOS, 1998).

Essa modalidade foi introduzida para tentar manter o equipamento correto no momento certo. O CBM é baseado no uso de dados em tempo real, para priorizar e otimizar os recursos de manutenção. Observar o estado do sistema é conhecido como monitoramento de condições (TAVARES, 1999).

Esse sistema determinará a saúde da máquina e atuará somente quando a manutenção for realmente necessária. Os desenvolvimentos, nos últimos anos, permitiram a instrumentação extensiva de equipamentos e, juntamente com melhores ferramentas para analisar dados de condições, o pessoal de manutenção de hoje é mais do que nunca capaz de decidir qual é o momento certo para executar a manutenção. Idealmente, a manutenção baseada na condição permitirá que o pessoal

de manutenção faça apenas as coisas certas, minimizando o custo das peças de reposição, o tempo de inatividade do sistema e o tempo gasto na manutenção (NETTO, 2008).

Apesar de sua utilidade, existem vários desafios para o uso do CBM. Primeiro, e mais importante, o custo inicial do CBM pode ser alto. Além disso, ela requer instrumentação aprimorada do equipamento. Muitas vezes, o custo de instrumentos suficientes pode ser elevado, especialmente em equipamentos que já estão instalados. Os sistemas sem fio reduziram o custo inicial. Portanto, é importante que o instalador decida a importância do investimento antes de adicionar o CBM a todos os equipamentos. Um resultado desse custo é o fato de que a primeira geração de CBM na indústria de petróleo e gás concentrou-se apenas na vibração em equipamentos pesados de rotação (TAVARES, 2000).

Em segundo lugar, a introdução do CBM irá provocar uma grande mudança na forma como a manutenção é realizada e, potencialmente, em toda a organização de manutenção de uma empresa. Mudanças organizacionais são, em geral, difíceis. Além disso, o lado técnico nem sempre é tão simples. Mesmo que alguns tipos de equipamentos possam ser facilmente observados pela medição de menos significantes valores como vibração (deslocamento ou aceleração), temperatura ou pressão, não é trivial transformar esses dados medidos em conhecimento acionável sobre a integridade do equipamento (PEREIRA, 2010).

A medida que os equipamentos se tornam mais caros e os sistemas de instrumentação e informação tendem a serem mais baratos e confiáveis, a CBM se mostra uma ferramenta importante para a operação de uma fábrica de maneira ideal. Melhores operações levarão a menor custo de produção e menor uso de recursos. E um menor uso de recursos pode ser um dos diferenciais principais em um futuro no qual as questões ambientais tornam-se mais importantes a cada dia (SANTOS, 2009).

Um cenário mais realista, em que o valor pode ser criado, é monitorando a saúde do motor do seu carro. Em vez de trocar as peças em intervalos pré-definidos, o carro em si pode dizer quando algo precisa ser modificado, com base em uma instrumentação barata e simples. É política do Departamento de Defesa que a manutenção baseada em condições (CBM) seja implementada para melhorar a agilidade e a capacidade de resposta da manutenção, aumentar a disponibilidade operacional e reduzir os custos totais de propriedade do ciclo de vida (TAVARES, 2005).

No sentido dos custos iniciais de implementação Oliveira et al. (2019, pág. 06) destaca: “em virtude de seu custo inicial e da necessidade de supervisão e controle bastante desenvolvidos, é recomendável iniciar a implantação da Manutenção baseada na Condição pelos ativos mais importantes da instalação”.

Hoje, devido aos custos, a CBM não é utilizada para peças menos importantes de máquinas, apesar de possuir vantagens óbvias. No entanto, ele pode ser encontrado em todos os lugares onde é necessária uma maior confiabilidade e segurança e, no futuro, será aplicado ainda mais amplamente (COSTA, 2013).

2.4 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Este modelo de manutenção é uma ação corretiva realizada para reparar um equipamento ao seu estado de operação normal, para que foi projetado. Normalmente, a manutenção corretiva é uma manutenção não planejada que requer atenção urgente. A manutenção corretiva ou reparo é um elemento importante da atividade geral de manutenção (MARQUES; RIBEIRO, 2012).

Gregório (2018, p. 48), por sua vez, afirma que:

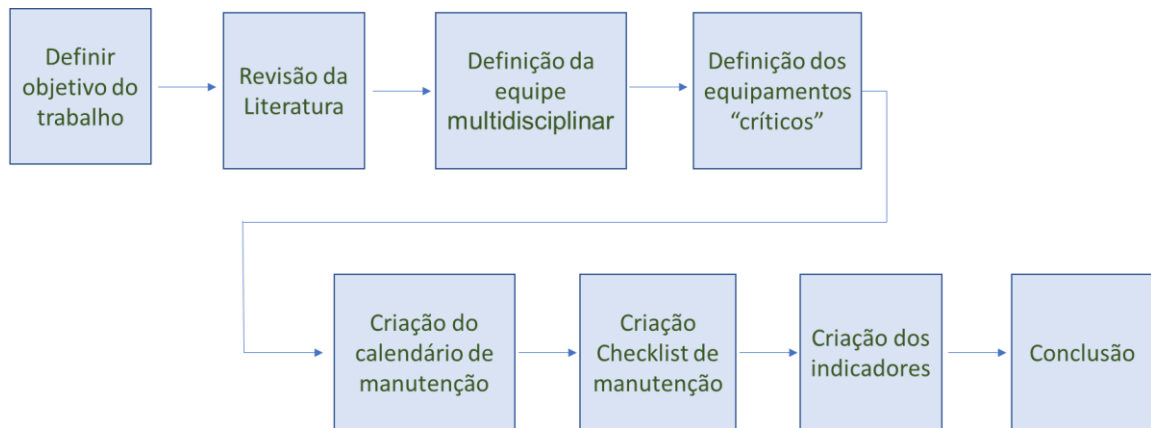
A manutenção corretiva de emergência não é uma política de manutenção adequada, uma vez que traz uma série de desvantagens para o sistema. No entanto, não é possível prever a ocorrência de todas as falhas e esse tipo de manutenção acaba tornando-se realidade nas organizações — o que pode existir é uma busca incessante pela sua redução.

Neste sentido, acrescenta Almeida (2016), a manutenção corretiva é basicamente a substituição de componentes e peças desgastadas pelo uso excessivo, ou seja, a falha no equipamento ou na instalação é percebida e imediatamente restaurada. A troca dos componentes é feita por pessoal qualificado, que está apto para analisar o real problema e executar um conjunto de serviços necessários para alinhar o maquinário, de modo que ele volte ao seu estado produtivo.

3 METODOLOGIA

Este estudo de caso teve por período de realização de agosto de 2022 à maio de 2023, e para a efetivação deste trabalho, alguns passos foram seguidos, podendo ser visualizados na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Metodologia

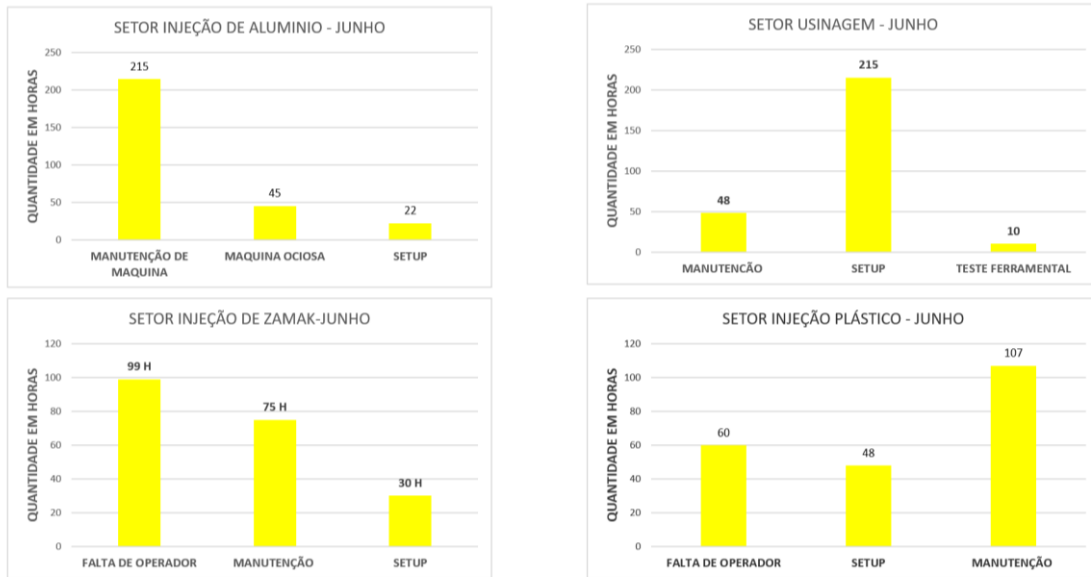


Fonte: o autor (2023)

A seguir, podem ser visualizadas em detalhes cada uma destas etapas do trabalho:

- a) **definição do objetivo do trabalho:** com a intenção de auxiliar profissionais e as empresas que buscam colocar em prática a manutenção preventiva, acreditou-se necessário desenvolver este trabalho para servir como um manual, com os passos para a implementação do plano da manutenção preventiva e para o seu controle. Abaixo temos os números de alguns setores da empresa em estudo sinalizando que as horas perdidas por manutenções estão acima do esperado se comparado com as demais perdas, conforme pode ser visto na Figura 3:

Figura 3 – Indicador de paradas de equipamentos mensal



Fonte: O autor (2022)

- b) **revisão da literatura:** com a intenção de melhorar o entendimento dos principais modelos de manutenção, que podem ser aplicados nas indústrias, foi realizada uma pesquisa bibliográfica buscando em diferentes fontes e autores, em livros, artigos e revistas especializadas no assunto deste trabalho.
- c) **definição da equipe multidisciplinar:** buscando envolver diversas áreas de interesse direto com os equipamentos e suas saídas, foi constituída uma equipe multidisciplinar com profissionais dos setores de engenharia, produção, qualidade, segurança e manutenção. A seguir pode-se ver a quantidade de profissionais envolvidos por área e também a justificativa de sua escolha para a participação na equipe, visualizando no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Profissionais por área

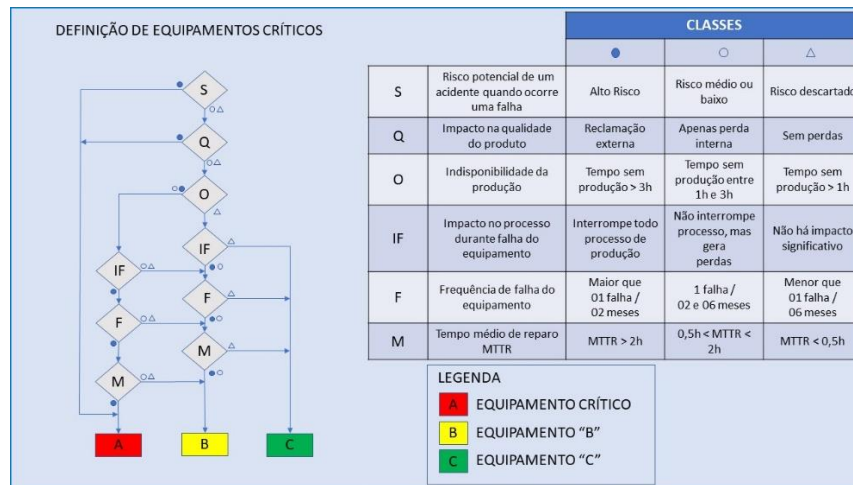
Área/Setor	Quant.	Justificativa da escolha
Engenharia	1	Pelo conhecimento do produto fabricado nas máquinas
		Para auxílio com eventuais desenhos
		Para auxílio com questões técnicas
Produção	1	Conhecimento dos equipamentos
		Adequação das paradas dos equipamentos conforme calendário
Qualidade	1	Controle dimensional de peças
Segurança	1	Monitorar itens que impactam na segurança
Manutenção	2	Montar o calendário
		Criar os checklists

Fonte: o autor (2023)

Esta equipe foi responsável pela definição dos equipamentos, dos critérios de priorização e das ações, para que fosse alcançado o melhor desempenho;

- d) **definição dos equipamentos críticos:** em reunião com todos os membros da equipe multidisciplinar, foram definidos os equipamentos considerados “críticos” para o negócio da empresa. A abordagem utilizada para a definição desses ativos foi a criação de uma tabela de decisão na qual os equipamentos que obtiveram a resposta “A” foram incluídos no plano de manutenção preventiva, enquanto os demais seguiram sendo observados para serem contemplados futuramente, conforme os resultados da manutenção preventiva fossem se mostrando positivos. O processo de priorização é representado na Figura 4:

Figura 4 – Seleção de equipamentos críticos



Fonte: Adaptado JIPM (1995)

- e) **criação do calendário de manutenção:** o calendário de programação das manutenções preventivas foi criado e definido observando alguns critérios, sendo eles: datas das ocorrências, conforme o manual de cada equipamento, dias do mês, de acordo com a disponibilidade dos equipamentos junto à produção e também com a carga horária do pessoal de manutenção;
- f) **criação checklist de manutenção:** os checklists, que serviram para as manutenções preventivas, foram definidos com base nos manuais dos fabricantes dos equipamentos e também com o auxílio dos participantes da equipe multidisciplinar;
- g) **criação dos indicadores:** com base nas quantidades de manutenções programadas no mês, foi gerado um indicador de controle onde pode ser observado o número total de manutenções programadas e realizadas no período.
- h) **conclusão:** para a conclusão deste trabalho, foi feita, com participação de todos os envolvidos, uma análise geral do cenário atual e da forma como ele pode ajudar positivamente para a melhora nas manutenções e seus controles

4 RESULTADOS

Após reunião de definição dos equipamentos críticos, foi possível desenvolver uma relação dos itens que se encaixaram na classificação “A”.

Os quais serão seguidos os procedimentos do plano de manutenção preventiva, que podem ser vistos a seguir no Quadro 2:

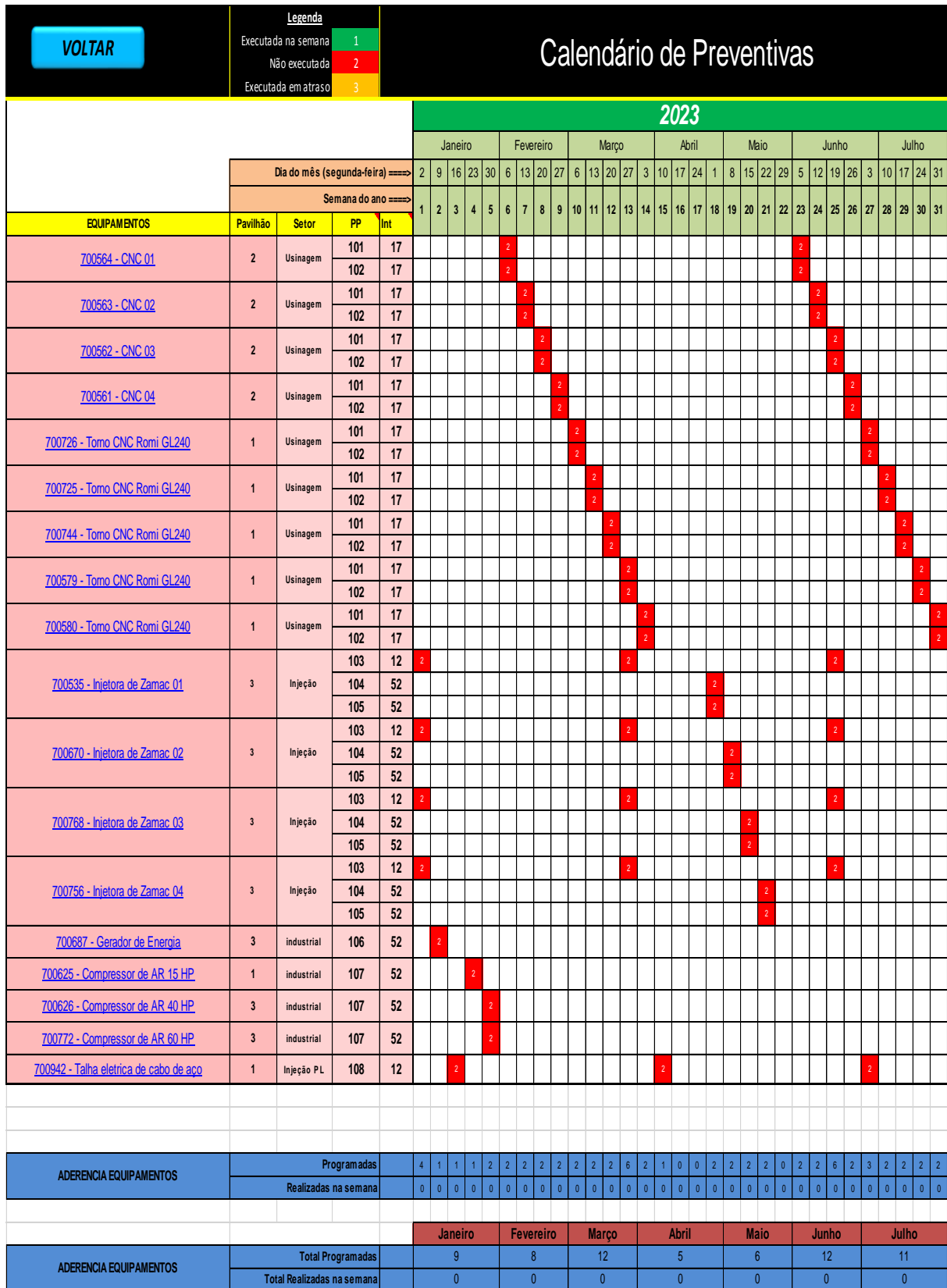
Quadro 2 – Relação de equipamentos

Relação de equipamentos classe "A"
700564 - CNC 01
700563 - CNC 02
700562 - CNC 03
700561 - CNC 04
700726 - Torno CNC Romi GL240
700725 - Torno CNC Romi GL240
700744 - Torno CNC Romi GL240
700579 - Torno CNC Romi GL240
700580 - Torno CNC Romi GL240
700535 - Injetora de Zamak 01
700670 - Injetora de Zamak 02
700768 - Injetora de Zamak 03
700756 - Injetora de Zamak 04
700592 - Injetora de Plástico
700593 - Injetora de Plástico
700594 - Injetora de Plástico
700991 - Injetora de Plástico
700687 - Gerador de Energia
700625 - Compressor de AR 15 HP
700626 - Compressor de AR 40 HP
700772 - Compressor de AR 60 HP
700942 - Talha elétrica de cabo de aço

Fonte: o autor (2023)

A partir dessa relação, foi desenvolvido um calendário de manutenção, dividido por semanas e por equipamentos, onde é possível verificar a periodicidade das intervenções que cada um deverá receber durante o ano, ou período de tempo que deverão cumprir as sequências programadas, conforme as informações descritas na Figura 5:

Figura 5 – Cronograma de manutenção preventiva



Fonte: O autor (2022)

Nesse formato, é possível fazer uma rápida gestão visual das datas em que estão programadas as intervenções. Na legenda de cores, foram definidas: a cor vermelha para as manutenções futuras; a cor verde para as realizadas no prazo estipulado; e a cor amarela para as que, por algum motivo, forem realizadas fora do prazo estipulado (o prazo para execução é de uma semana), bem como a quantidade de intervenções programadas por mês ou no ano todo. Também é possível saber qual é o setor e o local onde encontra-se o equipamento.

Para a definição dos períodos de manutenções, foi realizado a consulta em manuais dos fabricantes e pelo histórico de falhas dos mesmos.

Juntamente com a equipe de planejamento e controle da manutenção (PCM) da empresa, foram identificadas as principais causas da quebra de máquinas. A partir desse levantamento, diferentes tipos de procedimentos de manutenção foram definidos como necessários e fundamentais para a garantia da minimização de paradas, tendo também como base os manuais dos fabricantes dos equipamentos.

Cada grupo de equipamentos recebeu um *checklist* de verificação a ser seguido em cada período de manutenção preventiva, conforme pode ser visto na tabela 1:

Tabela 1 – Checklist de manutenção por grupo de equipamentos

Plano de Manutenção Preventiva (CheckList)																												
Imobilizado:		700535	-	Injetora Zamak 1	Setor:	Injeção Zamac																						
Semana																												
Ponto	Intervalo (semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
PP103	12																											
PP104	52																											
PP105	52																											
Semana																												
Ponto	Intervalo (semanas)	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
PP103	12																											
PP104	52																											
PP105	52																											
PP103	Quadro de Comando	Reaperto dos contatos e conexões em Geral																										
		Medição da tensão da Entrada: R _____ S _____ T _____																										
		Medição da tensão da fonte 24Vcc: _____ V																										
		Medição da tensão da fonte 5Vcc: _____ V																										
		Medição da corrente do motor da bomba hidráulica: R _____ S _____ T _____																										
		Medição da corrente da resistência do bico: _____ A																										
		Medição da corrente da resistência do sifão: _____ A																										
		Aferir a temperatura dos controladores de temperatura:																										
		Temperatura do forno 424º programado: _____																										
		Temperatura do sifão 450º programado: _____																										
Temperatura do bico 435º programado: _____																												
Painel Elétrico do Forno	Forno Elétrico	Reaperto dos contatos e conexões em Geral																										
		Medição da corrente das resistências do forno: R _____ S _____ T _____																										
		Verificar funcionamento do cooler																										
Forno Elétrico	Forno Elétrico	Reaperto das conexões e cabos das resistências																										
		Verificar a fixação do termopar do material																										
Bloco Hidráulico	Bloco Hidráulico	Pressão do Sistema _____ BAR																										
		Nível de Oleo																										
Injeção	Injeção	Limpeza ou troca do filtro																										
		Verificar vazamentos nas conexões e hastes dos cilindros																										
		Verificar fixação e vazamentos na válvula direcional																										
		Verificar o nível de nitrogênio do acumulador: _____ BAR (55 BAR é o padrão)																										
		Pressão regulada no painel de operação																										
		Testar o volante de regulagem de velocidade																										
		Verificar a fixação do fim de curso da injeção																										
		Lubrificar a haste do fim de curso de injeção																										
		Ancoragem	Ancoragem	Verificar vazamentos nas conexões, mangueiras e hastes dos cilindros																								
				Verificar fixação e vazamentos na válvula direcional																								
Verificar a fixação dos fim de cursos de posição de injeção																												
Extração	Extração	Verificar vazamentos nas conexões, mangueiras e hastes dos cilindros																										
		Verificar fixação e vazamentos na válvula direcional																										
Fechamento	Fechamento	Verificar funcionamento e fixação dos sensores indutivos de posição																										
		Verificar vazamentos nas conexões, mangueiras e hastes dos cilindros																										
Segurança	Segurança	Verificar fixação e vazamentos na válvula direcional																										
		Verificar funcionamento e fixação dos sensores indutivos de posição																										
Verificar funcionamento e fixação dos sensores magnéticos das portas																												
PP104	1 ANO	Limpeza do tanque hidráulico																										
		Análise e se necessário a troca do óleo e filtro hidráulico																										
PP105	1 ANO	Verificação da bomba hidráulica																										
		Revisão do motor elétrico																										
Anotações:																												

Para uma melhor visualização da efetivação e do cumprimento das manutenções dentro dos prazos estipulados no cronograma de manutenção preventiva, foi feito a criação de um gráfico de acompanhamento mensal que poderá ser compartilhado com todos os interessados na empresa.

Nesse gráfico, é possível observar a quantidade de manutenções que haviam sido programadas dentro do mês e a quantidade que foi realizada, o que pode ser visto na Figura 6:

Figura 6 – Gráfico de manutenções programadas x realizadas



Resultados da pesquisa (2023)

Desta forma, é possível fazer a gestão visual se as manutenções estão sendo realizadas dentro dos prazos pré-determinados no calendário das manutenções. Até a finalização deste estudo não foi possível acompanhar os resultados da aplicação das manutenções que teve seu início em maio de 2023 na empresa em questão.

5 CONCLUSÃO

Durante um longo período, as indústrias trabalhavam com sistemas de manutenção corretiva, atuando sobre o problema somente quando ele ocorria. Dessa forma, era frequente o desperdício de tempo e recursos, bem como o retrabalho, os esforços excessivos e, conseqüentemente, os prejuízos financeiros com o aumento dos custos de produção. Com o passar do tempo e o aumento do conhecimento na área de gestão da produção e da manutenção, esses problemas passaram a ser analisados a fundo e verificou-se a necessidade de atuar sobre o problema de maneira prévia, passando a utilizar a manutenção preventiva.

Logo, com o desenvolvimento do trabalho, observou-se que tal filosofia é fundamental na eficiência da empresa, sendo um modelo de manutenção que melhor se adapta à realidade.

Na visão dos envolvidos, espera-se que, após as primeiras manutenções, o percentual de disponibilidade dos equipamentos que estão na listagem deste trabalho já apresente uma melhoria de 20% a 30%, visto que as falhas estão relacionadas aos pontos que serão revisados nas intervenções.

Este estudo serve como base para a implementação da manutenção preventiva, podendo ser replicado.

Entende-se algumas limitações deste como por exemplo a não efetivação das manutenções na empresa e também abre espaço para investigações futuras quanto a redução de gastos por manutenções que podem ser reduzidas onde for aplicado.

REFERÊNCIAS

BORILO, David José Araújo. **Indústria 4.0: Aplicação a Sistemas de Manutenção**. 2017.

BUENO, Edson Roberto Ferreira. **Gestão da manutenção de máquinas**. Curitiba: Contentus, 2020. Disponível:
<https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/185186/pdf/0?code=RYL0esnGsr4tb2sGC4D8xq/Uio/MZxzqHuVBiSeEeXHDRmTbHaq4btvPsqN+l/zj9OINraOUSru5xwkK9WL/+g==>. Acesso em: 06 nov. 2022 às 17h04.

COSTA, M. de A. **Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora: Juiz de Fora, 2013

GARCIA, Fabiano Luiz. **Proposta de implantação de manutenção preventiva em um centro de usinagem vertical: um estudo de caso**. Revista Tecnologia e Tendências, v. 9, n. 2, p. 88-115, 2014.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. Disponível:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595026971/pageid/0>. Acesso em: 07 nov. 2022, às 20h30.

GUIMARÃES, Leonardo Miranda; NOGUEIRA, Cássio Ferreira; DA SILVA, Margarete Diniz Brás. **Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM)**. e-xacta, v. 5, n. 1, 2012.

JAPAN INSTITUTE FOR PLANT MAINTENANCE (JIPM). **600 Forms Manual**. Japan, 1995.

MARQUES, R. Q.; RIBEIRO, J. L. D. **Criação de um Plano de Manutenção para o Equipamento Torno Descascadeira Utilizando Conceitos de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e Manutenção Produtiva Total (MPT)**. 2012. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65664/000858032.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 set. 2022.

MORO, N.; AURAS, A.P. **introdução à gestão da manutenção**. Florianópolis, 2007.

MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.

NBR 5462: 1994. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva-vol. 1**. Editora Blucher, 2014.

NETTO, W. A. C. **A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora: Juiz de Fora, 2008.

OLIVEIRA, Claudia Regina Carvalho; DA SILVA OLIVEIRA, Luiz Felipe. **Aplicação combinada de manutenção centrada na confiabilidade e na condição (RCM+ CBM)**. In: VII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica. 2018.

PEREIRA, M. J. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010

SANTOS, M. J. M. F. dos. **Gestão de Manutenção do Equipamento**. 2009. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: Porto, 2009.

SELEME, Robson. **Manutenção [industrial]: mantendo a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Intersaberes, 2015. Disponível: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/37148/pdf/1?code=E0C0XnyAZRxKgdCEjhZBS9o0+YP3MthYN/qvI9vfCSciAB8/kweV5FRlwA8hlsNgl0/qpF72TN58MgMG/I49LA==>. Acesso em 06 nov. 2022, às 19h30.

SOEIRO, Marcus Vinícius de Abreu. **Gestão da manutenção**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional, 2017. Disponível: https://biblioteca.ifrs.edu.br/pergamum_ifrs/biblioteca/index.php. Acesso em: 06 nov. 2022, às 20h30.

TAVARES, L. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo Publicações, 1999.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2000.

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio**. Rio de Janeiro: NAT, 2005.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. Rio de Janeiro: EDG, 1998.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Conselho Superior

ANEXOS

ANEXO A TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO ELETRÔNICA

1 Identificação do autor e do documento

Nome completo: Marcos Albuquerque

Curso: Engenharia de Produção Campus: Cariacás do Sul

Tipo de trabalho: () Relatório de Estágio () TCC () Dissertação () Tese

() Outros. Especifique: _____

Nome do(a) orientador(a): Fernando E.V. dos Anjos Data da apresentação:

04/07/23 Título do documento:

O desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva para aplicação nos equipamentos em uma indústria de auto peças

2 Restrições (período de embargo): sim não auto peças

Em caso afirmativo, informe a data de liberação: ____/____/____ (no máximo até dois anos após a data da apresentação)

Justificativa: _____

3 Autorização para disponibilização no Repositório Digital / Biblioteca Digital do IFRS.

Autorizo o IFRS a depositar e disponibilizar gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, o documento supracitado, de minha autoria, no Repositório Digital / Biblioteca Digital para fins de leitura e/ou impressão pela Internet.

Não autorizo o IFRS a depositar gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, o documento supracitado, de minha autoria, no Repositório Digital / Biblioteca Digital.

Cariacás do Sul, 14/07/2023 Marcos Albuquerque

Local

Data

Assinatura do(a) autor(a) ou de seu(sua)

Documento assinado digitalmente

gov.br

FERNANDO ELEMAR VICENTE DOS ANJOS

Data: 15/07/2023 09:57:49-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) Orientador(a)