

MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM CENTROS DE USINAGEM: proposta para implementação

PREVENTIVE MAINTENANCE IN MACHINING CENTERS: proposal for implementation

Aloisio Junio Ferreira[I]
Danilo Aparecido Truguilo Alves[II]
Maria Aparecida Bovério[III]
Dejaime Pereira da Silva[IV]

Área: Gestão da Manutenção e Processos Industriais (GEMAPI)
Subárea: Gestão da Manutenção Industrial

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de fazer uma proposta de implementação da manutenção preventiva em centros de usinagens do modelo ROMI da linha DISCOVERY em uma empresa da região de Ribeirão Preto – SP – Brasil. A metodologia adotada foi a pesquisa documental, por meio da consulta ao manual de manutenção da empresa fornecedora do equipamento, seguida de uma pesquisa aplicada. Como resultados, uma proposta foi feita por meio de um cronograma completo, com períodos diários, semanais, mensais, trimestrais e anuais. Pôde-se concluir que a implementação da manutenção preventiva depende, principalmente, de dois fatores, o recurso para profissionais competentes e o tempo para realizá-la.

Palavras-chave: Manutenção preventiva. Centros de usinagem. Linha Discovery.

ABSTRACT

This work aimed to propose the implementation of the preventive maintenance in machining centers of the ROMI model of the DISCOVERY line in a company of the region of Ribeirão Preto - SP - Brazil. The methodology adopted was the documental research, through the consultation to the maintenance manual of the equipment supplier company, followed by applied research. As results, a proposal was made, through a complete schedule, with daily, weekly, monthly, quarterly, and annual periods. It could be concluded that the implementation

[I] Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Fatec Deputado Waldyr Alceu Trigo, de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: aloisio.ferreira@fatec.sp.gov.br
[II] Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Fatec Deputado Waldyr Alceu Trigo, de Sertãozinho – SP – Brasil. E-mail: danilo.alves12@fatec.sp.gov.br
[III] Pós-Doutorado em Educação (UNESP-Rio Claro), Doutorado, Mestrado e Especialização em Educação (UNESP-Araraquara), Bacharel em Letras (Centro Universitário Moura Lacerda-Ribeirão Preto). Docente e pesquisadora da Faculdade de Tecnologia (Fatec) - Câmpus de Sertãozinho e Jaboticabal. Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Políticas e Gestão da Educação Superior (GEPES) do Departamento de Educação da UNESP, Câmpus de Rio Claro, vinculado ao CNPq. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br
[IV] Engenheiro Eletricista pela Universidade de Araraquara (UNIARA), Master in Business Administration (MBA) - Gestão Empresarial pela Faculdade de Monte Alto-SP, Engenheiro de Manutenção - Maintenance Engineer na HUTCHINSON Brasil Automotive Ltda (HBA), Departamento Manutenção - Industry II - Maintenance Department. E-mail: dejaimesilva@gmail.com



of preventive maintenance depends on two factors, the resource for competent professionals and the time to perform it.

Keywords: Preventive maintenance. Machining centers. Discovery line.

Data de submissão do artigo: 07/06/2023.
Data de aprovação do artigo: 01/08/2023.
DOI: 10.33635/sitefa.v1i1.248

1 INTRODUÇÃO

Com a criação e implementação da manutenção, no decorrer da segunda Guerra mundial, houve o auxílio de uma importante ferramentas já criada no que tange a manutenção, denominada de manutenção preventiva. O objetivo é minimizar falhas precoces durante a vida útil do equipamento e maximizar a linha de produção, além de proporcionar uma vida útil correlacionada ao manual do ativo e uma confiabilidade concreta e consistente (MOUBRAY, 1992).

Através da periodicidade de inspeções e coleta de dados, com o objetivo de sempre estar um passo à frente da fratura ou indisponibilidade do equipamento, as empresas devem se manter abertas e abrangentes para planos de manutenção antecipados, e avaliações anuais, semestrais, mensais ou diárias. Essas abordagens visam a permanência constante de funcionamento do equipamento, considerando-se sempre a disponibilidade dele como prioridade e parte de um investimento contínuo, uma vez que a intervenção por parte da manutenção reflete tanto na qualidade do produto, como também nos gastos diretos e indireto, que segundo Deming são dois dos pilares fundamentais de qualquer empresa (DEMING, 1993, p. 56).

A abrangência da manutenção preventiva tem relevância, uma vez que é possível corroborar com o tempo de vida útil de cada componente que compõem a matriz como um todo, realizar a lubrificação adequada e periódica e contribuir com a qualidade na troca dos elementos de máquina (ROMI S.A., 2019).

Os dois pontos primordiais para uma boa implantação desse tipo de manutenção são: 1) um investimento considerável para as adequações necessárias e 2) mão de obra qualificada, tendo o retorno do investimento no aumento da vida útil do equipamento, o “alto” investimento pode acabar sendo o motivo pelo qual podem gerar a recusa da implantação (TAVARES *et. al.,* 2005, p. 97).

Nesse contexto, esse artigo apresenta a seguinte questão-problema de pesquisa: “É possível fazer uma proposta de implementação de manutenção preventiva para centros de usinagens do modelo ROMI da linha DISCOVERY em uma empresa da região de Ribeirão Preto – SP – Brasil?

O objetivo desse trabalho é fazer uma proposta de implementação da manutenção preventiva em um centro de usinagem modelo ROMI da linha DISCOVERY.

O objetivo específico é verificar o que é necessário para que essa implantação seja feita com qualidade.

a literatura, pode gerar benefícios em longo prazo, assim como minimizar problemas atuais e futuros.

Para essa implementação utilizou-se como fundamento o manual de manutenção ROMI linha DISCOVERY, do centro de usinagem CNC versão 1.1. Foi realizada por meio do passo a passo, com a abordagem e especificações adequadas para uma manutenção preventiva.



2 ORIGEM DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva foi criada com o objetivo voltado para a abordagem antecipada ao ativo, deriva fundamentalmente da manutenção corretiva. No final do século XIX, com a expansão da mecanização nas grandes indústrias, devido ao aumento da produtividade, houve a necessidade da intervenção por meio de “pequenas” manutenções puramente corretivas (KARDEC; NASCIF, 2008).

2.1 Extensão da manutenção

Com a evolução da manutenção em ascensão, havendo uma alta exigência de performance por parte das empresas com seus equipamentos, a abordagem corretiva já não era mais tão satisfatória. Por volta de 1930 era dada a partida a um novo tipo de manutenção, denominada manutenção preventiva, cujo enfoque era a antecipação de análise de falhas de cada equipamento, máquina ou operatriz, acompanhando o seu respectivo manual. Tornou-se um verdadeiro desafio já que o processo de implementação de qualquer tipo de abordagem que não fosse a corretiva, demandava um certo planejamento, tais como: mão de obra qualificada que se encaixa no fator recurso, e uma dedicação que utiliza do fator tempo. Enfrentou, ainda, alguns contratempos, tais como; “início” da segunda guerra, escassez de mão de obra e escassez de matéria prima (MOUBRAY, 1992).

Com todas as adversidades e limitações, a indústria teve mais uma vez que se adequar, com as convocações de homens para o início de mais uma guerra, ouve a extrema escassez de mão de obra. Porém, como poderia ocorrer qualificação de mão de obra, se não havia mão de obra. Através dessas mudanças, era trazida a mecanização, exigindo-se ainda mais que as empresas tomassem medidas favoráveis a produção ininterrupta, aumentando o tempo de operação de cada máquina com o menor índice de quebra, falha, defeito ou baixo rendimento operacional (SIMEI, 2015).

2.2 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva diz respeito a corrigir, consertar ou tornar funcional aquilo que está inapto por algum motivo ou circunstância aparente (XENOS, 2004). A manutenção corretiva é o ônus que acompanha qualquer equipamento ou instalação industrial, pois não há material que não sofra desgaste ou fratura, tornando parte do conjunto, peças de reposição ou troca. Afeta não só o setor voltado para a manutenção, mas, também, os demais, como: setor de compras, almoxarifado e diretoria (SOEIRO, 2017).

Por isso, é necessário o controle de análise do equipamento, a fim de que se tenha uma previsão da sua quebra ou da inatividade espontânea. Do contrário, o setor de compra tem de se mobilizar o mais ágil possível para a compra da peça ou conjunto que sofreu a fratura. O almoxarifado tem que ficar atento com a reposição de cada componente que compõem o equipamento como um todo. Por fim, qualquer responsável pela produção deseja um funcionamento utópico para a sua empresa, sem quaisquer dor de cabeça ou importunação, para que a diretoria não tenha de se preocupar com tais questões (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

A manutenção corretiva foi aceita nos primeiros passos da industrialização, quando a produção era limitada e baixa, o conhecimento sobre o assunto ainda não era tão desenvolvido. Atualmente acaba que se tornando pouco admissível esse tipo de abordagem, pois a corretiva não só tem o papel de pegar o setor de manutenção de surpresa como também prejudicar a vida

útil do equipamento e, algumas vezes, tornando irreparável o prejuízo (KARDEC; NASCIF, 2008).

2.3 Manutenção preventiva

Manutenção preventiva é um método de controle realizado para redução de falhas ou declínio no desempenho, através de um planejamento fundamentado em períodos estabelecidos. Uma das garantias de sucesso de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo (OTANI; MACHADO, 2008).

De acordo com Kardec e Nascif (2015) assegurar a continuidade do processo produtivo através do funcionamento constante das máquinas e reduzindo custos elevados com manutenções inesperadas causadas pelas paradas forçadas, são algumas das vantagens da manutenção preventiva.

Pode-se entender que a manutenção preventiva é a antecipação de abordagem do que pode se tornar um problema. Através de indicadores, tais como:

*Mean Time To Repair (*MTTR) é definido como o tempo médio para reparos. Ele evidencia o tempo que a equipe de manutenção leva para a realização de reparo e disponibilização da máquina ou equipamento para o sistema de produção. Nesse período estão envolvidas todas as ações de reparo (SANTOS, 2019). A Equação 1 exemplifica esse período.

$$MTTR = \frac{\text{HMC}}{\sum Eventos\ Corretivos} \quad (1)$$

HMC representa as Horas de Manutenção Corretiva. (VIANA, 2021)

*Mean Time Between Failure (*MTBF) é dado como o tempo médio entre falhas, esse indicador faz o cálculo do tempo médio entre a ocorrência de uma falha e a próxima ocorrência, também representa o tempo de bom funcionamento da máquina ou equipamento (ZEN, 2003).

HP são as Horas Programadas para produção, e HMC representa as Horas de Manutenção Corretiva (VIANA, 2021), conforme Equação 2.

$$MTBF = \frac{(\text{HP} - \text{HMC})}{\sum Eventos\ Corretivos} \quad (2)$$

2.4 Centro de usinagem CNC

A máquina-ferramenta é uma máquina utilizada para a fabricação de peças de diversos materiais, podendo ser de operação manual ou através de Controle Numérico por Computador (CNC). Essas máquinas são dotadas por um computador próprio capaz de receber códigos entre números e letras, transformando os movimentos (OLIVEIRA, 2012). De acordo com Slack *et al,* (1997), o conjunto de instruções codificado e os computadores ligados à máquina tomaram o lugar do operador. Essa substituição dá mais acuidade, precisão, repetitividade ao processo e produtividade.

As máquinas por comando numérico representam um passo adiante no uso da tecnologia, pois os equipamentos são capazes de substituir suas ferramentas de forma

VI SITEFA
Simpósio de Tecnologia da Fatec Sertãozinho

programada ou, em equipamentos mais sofisticados, são capazes de carregar ou descarregar automaticamente sem a interferência do operador (CORRÊA; CORRÊA, 2006).

A máquina ferramenta CNC, através de sua rapidez na programação e preparação das ferramentas, proporciona alta flexibilidade de produção e rendimento. O Programa CNC contém todas as informações/instruções de movimento para a máquina realizar a tarefa na peça. Essas máquinas apresentam modelos variados de controle numérico e características para funcionamento, sendo seu propósito facilitar o trabalho humano, garantindo a alta qualidade dos serviços (OLIVEIRA, 2012).

A Figura 1 apresenta o centro de usinagem.

Figura 1 – Centro de usinagem



Fonte: Manual de Manutenção Romi Discovery 560, 760, 1000 e 1250. (2022a, p. 57)

A Figura 2 apresenta as especificações técnicas de um centro de usinagem.



Figura 2 - Especificações técnicas de um centro de usinagem

Linha Discovery — **Características Técnicas**

Especificações Técnicas		Discovery 400	Discovery 560	Discovery 760	Discovery 1000	Discovery 1250
Cabeçote vertical						
Cone da árvore	ISO	40	40	40	40	40
Faixa de velocidades (*standard*)	rpm	7 a 7.500	7 a 7.500	7 a 7.500	6 a 6.000	6 a 6.000
Faixa de velocidades (opcional)	rpm	-	6 a 6.000	6 a 6.000	-	-
Faixa de velocidades (opcional)	rpm	-	10 a 10.000	10 a 10.000	10 a 10.000	10 a 10.000
Avanços						
Avanço rápido (eixos X / Y)	m/min	18	30	30	30	30
Avanço rápido (eixo Z)	m/min	12	20	20	30	30
Avanço de corte programável	m/min	1 a 10	1 a 15	1 a 15	1 a 15	1 a 15
Cursos						
Curso da mesa superior (eixo X)	mm	410	560	762	1.020	1.270
Curso da mesa inferior (eixo Y)	mm	310	406	406	510	610
Curso do cabeçote (eixo Z)	mm	410	508	508	640	640
Distância entre o nariz da árvore e a mesa	mm	155 a 565	125 a 633	125 a 633	110 a 750	110 a 750
Mesa						
Superfície da mesa	mm	1.000 x 380	840 x 360	915 x 360	1.220 x 460	1.320 x 560
Largura dos rasgos T x distância	mm	18 x 112	18 x 112	18 x 112	18 x 80	18 x 89
Número de ranhuras (rasgos T)		3	3	3	5	5
Peso admissível sobre a mesa (uniformemente distribuído)	kg	300	800	900	1.100	1.400
Trocador automático de ferramentas (standard)						
Capacidade do magazine de ferramentas		14	22	22	22	22
Diâmetro máximo da ferramenta	mm	80	80	80	80	80
Diâmetro máximo da ferramenta quando os alojamentos adjacentes estão vazios	mm	160	160	160	160	160
Comprimento máximo da ferramenta	mm	254	254	254	254	254
Mandril da ferramenta (*standard*)	BT	40	40	40	40	40
Método de seleção da ferramenta		bi-direcional	bi-direcional	bi-direcional	bi-direcional	bi-direcional
Peso máximo da ferramenta	kg	6	6	6	6	6
Peso máximo admissível no magazine	kg	45	68	68	68	68
Tempo de troca ferramenta / ferramenta (no ponto de troca)	s	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Potência instalada						
CNC Siemens						
Motor principal CA (30 min)	cv / kW	-	12,5 / 9	12,5 / 9	20 / 15	20 / 15
Potência total instalada	kVA	-	15	15	30	30
CNC GE Fanuc						
Motor principal CA (30 min)	cv / kW	7,5 / 5,5	15 / 11	15 / 11	20 / 15	20 / 15
Potência total instalada	kVA	10	20	20	30	30
Dimensões e Pesos (aproximados)						
Altura	m	2,35	2,80	2,80	2,90	2,90
Área ocupada (frente x lateral)	m	1,82 x 2,10	2,20 x 2,39	2,49 x 2,39	3,30 x 3,00	3,30 x 3,00
Peso líquido	kg	2.800	3.400	3.500	5.900	6.300

Fonte: ROMI (2022b, p. 2)



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa caracteriza-se como revisão bibliográfica, feita por meio do estudo aos materiais publicados de outros autores, a respeito dessa temática. Em seguida, foi feita a pesquisa documental, por meio do estudo no manual de manutenção ROMI da linha DISCOVERY e, finalmente, na pesquisa aplicada, aplicou-se os conhecimentos adquiridos na revisão bibliográfica e na pesquisa documental, na prática, realizando-se uma proposta de implementação de uma manutenção preventiva.

3.1 Materiais e métodos

Esse trabalho utilizou o manual de manutenção ROMI, e teve como núcleo as atividades relacionadas à manutenção preventiva e conservação do equipamento. Buscou-se verificar desde o nível de óleo lubrificante/inspeção diária, até inspecionar os rolamentos dos fusos/inspeção anual, visando sempre a disponibilidade do ativo como máquina operatriz, eliminando quaisquer resquícios que possam influenciar na queda de desempenho ou performance do centro de usinagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo desse artigo foi o de desenvolver uma proposta de implementação da manutenção preventiva, pois era feita somente a manutenção corretiva. Portanto, não houve o intento de obter resultados relacionados a redução de custo com essa implementação e, por isso, a empresa não forneceu os dados para que fosse possível calcular o MTTR e o MTBF.

Esse trabalho exigiu um empenho por parte de todos os funcionários diretamente envolvidos, sendo o operador parte fundamental desse conceito, como possuidor da maior parte de tempo com o equipamento. Assim, o operador teve a responsabilidade de mantê-lo limpo e adequado para operação, evitando, assim, qualquer tipo de transtorno causado por partículas provenientes de detritos que possam se alocar no sistema eletrônico, mantendo-se hábil e eficiente para qualquer mudança que não esteja associada à operação nominal.

Em conjunto, a equipe de manutenção, seguiu todo o cronograma apresentado nos quadros 1 e 2, seja ele diário, semanal, mensal, trimestral, semestral ou anual. Ressalta-se que ambos os quadros foram feitos pelos autores, em consonância com essa pesquisa, fundamentados nas orientações do manual da ROMI (2022a).

Em comum acordo, a área de gestão foi a responsável pelo treinamento e adequação tanto do ambiente quanto do comportamento cultural atribuídos aos funcionários, sendo esse considerado um dos maiores desafios superados para que se possa obter resultados positivos decorrentes dessa implementação.

4.1 Proposta de plano de manutenção preventiva

Foi feita uma proposta de implementação, através de uma abordagem preventiva, ao equipamento. Assim, o quadro 1 apresenta os itens inspecionados pelo operador e aborda somente a manutenção periódica com enfoque na prevenção de falhas, o que resulta na longevidade do equipamento.



Quadro 1- Rotina de intervenções preventivas

Itens a serem inspecionados pelo operador	PERÍODO		
	Diário	Semanal	Mensal
Verificar o nível de óleo lubrificante	■		
Verificar nível e qualidade do fluído refrigerante		■	
Limpar filtros (tela) do tanque de fluído refrigerante	■		
Limpar por completo o tanque de refrigeração		■	
Inspecionar pressões pneumáticas	■		
Inspecionar filtros do sistema pneumático		■	
Inspecionar lubrificação do sistema pneumático		■	
Retirar excessos de cavacos da área de usinagem	■		
Inspecionar proteções de cavacos		■	
Inspecionar garras do T.A.F			■
Lubrificar trilhos guia do carro do T.A.F			■
Limpar filtros dos ventiladores / painel			■
Limpar o painel de operação externamente		■	
Verificar vazamento de ar comprimido			■
Verificar vazamentos no sistema de lubrificação			■
Verificar vazamentos no sistema de refrigeração			■

Fonte: elaborado pelos autores com fundamento no manual da ROMI (2022a)

O quadro 2 apresenta os itens inspecionados por técnicos qualificados e tem por objetivo orientar o usuário da máquina sobre os principais componentes que devem ser inspecionados periodicamente.

Quadro 2 - Inspeções realizadas pelos técnicos mantenedores

Itens a serem inspecionados por técnicos qualificados	Diário	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual
Inspecionar a correia do eixo árvore					■	
Inspecionar correias dentadas dos fusos e encode do eixo árvore					■	
Inspecionar lubrificação de guias e fusos			■			
Inspecionar micros de referência e fiação						■
Inspecionar rolamentos dos fusos						■
Inspecionar limpeza das guias lineares			■			
Inspecionar limpeza do painel elétrico internamente					■	
Inspecionar nivelamento da máquina					■	
Inspecionar limpeza dos dissipadores dos acionamentos					■	

Fonte: elaborado pelos autores com fundamento no manual da ROMI (2022a)



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As adequações necessárias para a implantação da manutenção preventiva, derivam principalmente de dois pilares fundamentais. O primeiro é o **recurso,** pois com ele se consegue a mão de obra qualificada, e esses profissionais ficam responsáveis pela reposição de peças essenciais para o equipamento. Há que se considerar que um dos benefícios da manutenção preventiva é a diminuição do estoque de peças e controle de reposição, que deve ser feita por profissionais formados em suas respectivas áreas que os relacionam com a manutenção de equipamentos. De acordo com o manual de manutenção da ROMI tais funções são de responsabilidade de técnicos de manutenção, técnicos de inspeção e técnicos de reparos. Por isso, é fundamental um técnico que consiga identificar o problema, antecipar a manutenção e por fim, efetuar uma análise e coleta de dados, elevando ainda mais a confiabilidade no equipamento.

O segundo recurso mais importante é o **tempo**. Nesse sentido, é necessário que a empresa que realmente esteja comprometida em implementar uma manutenção preventiva seja prestativa, para dispor o tempo necessário para a construção e planejamento, o que envolve coleta de dados, *checklist* de componentes da máquina, rotas de inspeção, rotas de verificação de nível de óleo etc.

O treinamento do operador também é um auxílio indispensável para a empresa, pois não há quem mais conheça o equipamento do que o próprio operador. Através de análises visuais, audíveis ou por meio de tato, o operador agrega um benefício coletivo, pois ao exercer tais funções não sobrecarga o setor de manutenção.

Conclui-se, finalmente, que a qualidade da manutenção preventiva gira entorno de uma equipe capacitada e disciplinada, disposta a seguir o plano de implementação, o que inclui uma disposição hierárquica de toda a empresa, desde a diretoria até o operador. É de extrema importância que as peças de reposição sejam de qualidade igualitárias àquelas fornecidas pela revendedora do equipamento, seguindo com veemência o padrão de qualidade existente no sistema interno do centro de usinagem.

Pode-se afirmar que o objetivo desse trabalho foi atingido, uma vez que foi possível fazer a proposta de implementação da manutenção preventiva e, inclusive, já está em andamento.

Para trabalhos futuros pretende-se pesquisar quais são os resultados dessa implementação e os reflexos, sejam eles na produção ou na qualidade do produto.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de produção e operações.** 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2006. 690 p.

DEMING, E. Melhoria da Qualidade. Rio de Janeiro editora LTC, 1993.
FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Campus - Elsevier, 2009.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 4.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2015.

_____. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualimark: Petrobras, 2008.



MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada na Confiabilidade** - Reliability-centered maintenance. Butterworth-Heinemann, 1992. https://doi.org/10.1002/qre.4680080114. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qre.4680080114. Acesso em: 18 nov. 2022.

OLIVEIRA, Jeferson Relvas. **Aplicação da manufatura auxiliada por computador no desenvolvimento de processos de usinagem.** Marília, SP, 2012. Disponível em: http://aberto.univem.edu.br/bitstream/handle/11077/893/TCC%20JEFERSON.df?sequence=1.Acesso em: 10 maio 2014.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná - Brasil ISSN 1808-0448 / v. 04, n. 02: p. 01-16, 2008. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/16/13. Acesso em: 18 nov. 2022.

ROMI S.A. **Os benefícios de uma estratégia de manutenção preventiva.** 2019. Disponível em: https://www.romi.com/saiba-os-beneficios-de-uma-estrategia-de-manutencao-preventiva. Acesso em 13 out. 2022.

_____. **Catálogo, linha Romi D, nova geração**. 2022a. Disponível em: https://www.romi.com/produtos/linha-romi-d-nova-geracao/. Acesso em: 06 jul. 2022

_____. **Características técnicas.** 2022b, p. 2. Disponível em: http://www.fem.unicamp.br/~sergio1/graduacao/EM921/discovery1250.pdf. Acesso em: 18 nov. 2022.

SIMEI, Luis C. **Manutenção Industrial**. SENAI. 2015.

SLACK, Nigel *et al.*. **Administração da produção.** São Paulo, SP: Atlas, 1997. 723 pp.

SOEIRO, Marcus Vinicius de Abreu; OLIVIO, Amauri, LUCATO, André Vicente Ricco; **Gestão da Manutenção**. 2017.

TAVARES, L.; GONZAGA, M. A. C.; POYDO. P, R. S.: **Manutenção centrada no negócio**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 2005.

XENOS, H. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: INDG, 2004

VIANA, Herbert Ricardo, 2021 - **Manual de Gestão da Manutenção**. v. 2, Brasília: ENGETELES Editora, 2021. Disponível em: https://engeteles.com.br/manual-volume2/. Acesso em: 18 nov. 2022.

SANTOS, Luís Márcio Alves *et al*. **A importância da manutenção industrial e seus indicadores. Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento**. Ano 04, 11. ed., v. 01. 2019.

ZEN, Milton AG. **Indicadores de Manutenção**. Artigo publicado pela Info Magzen, Consultoria, Desenvolvimento e Educação, 2003.