

## PROJETO PARA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA: Review com estudo de caso simulado

MATHEUS COSTA PEREIRA<sup>1</sup>  
PEDRO JOSÉ PAPANDRÉA<sup>2</sup>  
ALEX GEOVANI DE SOUZA<sup>3</sup>  
LYNCOLN ALMEIDA REZENDE<sup>4</sup>  
PAULO SÉRGIO FERREIRA<sup>5</sup>

### RESUMO

Considerou-se para este estudo que a empresa utilizava apenas manutenção corretiva e, por esta razão, várias máquinas paradas, tendo métodos ineficientes e gastos desnecessários com correções e consertos. Para corrigir tal problema foi feito um estudo de caso a partir da leitura de manuais e do PMBOK, com base no que foi compreendido e com conceitos de manutenção, gestão, projetos e planejamento o seu gasto foi drasticamente reduzido, os tornos ganharam uma capacidade maior e o lucro conseqüentemente aumentou com tais mudanças. A empresa em questão foi uma criação simulada denominada Nardini.

**Palavras-chave:** Torno ROMI. Manutenção preventiva. Estoque. Redução de custos.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Centro Universitário UNA. Graduando em Matemática. Universidade Cesumar (UNICESUMAR). matheusc\_pereira@hotmail.com.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Produção. Professor na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL). pedro.papandrea@unifal-mg.edu.br.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Centro Universitário UNA. algeovane@gmail.com.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Centro Universitário UNA. lyncolnrezende@gmail.com.

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Centro Universitário UNA. paulo.ps.sergiof@gmail.com.

**PROJECT FOR IMPLEMENTATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE: review  
with simulated case study**

**ABSTRACT**

*The company was a simulated creation called Nardini and for the study it was considered that it used only corrective maintenance and had stopped machines, having inefficient methods and unnecessary expenses. To correct this problem, a case study was carried out from the reading of manuals and the PMBOK, based on what was understood and with concepts of maintenance, management, projects and planning, its expense was drastically reduced, the lathes gained a capacity increased and profit consequently increased with such changes.*

**Keywords:** Lathe ROMI. Preventive maintenance. Inventory. Cost reduction.

## 1. INTRODUÇÃO

Este estudo surgiu com o intuito de entender, calcular e aplicar metodologias de custeio e de gestão da manutenção utilizando simulação. Comprovou-se que, mesmo com uma quantidade de informações muito pequena, pôde-se elencar grandes economias para a empresa. A empresa simulada denominada como Nardini, possui vários tornos, sendo todos da marca Romi e os mesmos apresentam diversos problemas, além disso não recebem a manutenção adequada, com isso, tem-se o desígnio de resolver os problemas de paradas, perdas de produção e excesso de custos por falta de manutenção nestes tornos.

Conforme Moretti & Guimarães (2019), a manutenção tem extrema importância para a competitividade e produção das empresas, além disso consegue determinar um estoque e disponibilidade dos recursos, tendo em vista sempre atender o cliente da melhor forma possível.

Com o propósito de compreender conceitos cruciais para a manutenção, o PMBOK (guia de gerenciamento de projetos) e o manual do usuário do Torno ROMI fazem parte do referencial teórico.

Com o passar do tempo as expectativas dos clientes sobre a qualidade do produto aumentaram, com isso falhas, falta de peças e demora contribuem para uma impressão negativa, além disso a maior parte das peças tem uma demanda eventual (REGO, 2011).

O referencial teórico foi baseado em pesquisas ao qual serão citadas no desenvolvimento do trabalho, métodos estudados foram colocados em prática, demonstrando a importância do estoque, da gestão, da manutenção, e de boas práticas buscando reduzir drasticamente os custos da empresa.

A manutenção é vista como um conjunto de técnicas que visam à conservação de instalações e equipamentos por um maior tempo possível, objetivando à maior disponibilidade e máximo desempenho, sendo também uma arma importante na segurança dos funcionários (WENCESLAU, et al., 2013).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Gestão de manutenção é definida por um conglomerado de técnicas fundamentais no funcionamento de equipamentos, ferramentas, máquinas e instalações. Com o intuito de evitar paradas, quebras e possivelmente gastos maiores. Se a gestão de manutenção não ocorre ou é feita de forma inadequada, a indústria terá graves consequências. Além disso, a boa gestão auxilia na redução de custos, intensificação dos processos e aumento da vida útil dos equipamentos.

De acordo com Santos (2009) a gestão de manutenção tem como finalidade inspecionar e detectar desgaste ou falha, arquivar dados, conservar equipamentos e instalação, reduzir tempo de paradas e aumentar confiabilidade. Para Arantes (2002) a gestão é um procedimento que deve ser sistemático, planejado e efetivado, também devendo ser acompanhado por líderes e realizado de forma correta por todos membros da organização.

É importante frisar que regulamentações, cronogramas, legislações, processos e orçamento devem ser levados em conta para gerir uma boa gestão, garantindo qualidade e eficiência. A prevenção e a melhoria contínua são essenciais nesse processo.

Com o auxílio de um Sistema Computadorizado de Gestão da Manutenção torna-se possível controlar indicadores e fazer este controle da melhor forma possível. Benefícios na boa gestão são: redução de custos, redução de acidentes, aumento da vida útil no equipamento e melhora na confiabilidade da operação.

De acordo com a NBR 5462 há três tipos de manutenções existentes, sendo elas a Corretiva, Preventiva e Preditiva. Abaixo será descrita a diferença de cada uma delas:

- **Manutenção Corretiva:** Deve ser efetuada posteriormente a um problema no equipamento, ao qual interrompe seu funcionamento, tem a finalidade de fazer com que o item volte a funcionar e executar sua função.

- Manutenção Preventiva: São feitas de forma prévia e possuem o objetivo de reduzir as chances de falhas ou degradações durante o processo, assegurando o nível de disponibilidade e confiabilidade dos ativos.
- Manutenção Preditiva: Com o uso de métodos de supervisão ou amostragem, busca-se reduzir a manutenção preventiva e diminuir ainda mais a manutenção corretiva. Com base no monitoramento do sistema, é possível compreender como está o andamento da operação.

Para Perdoná (2016) a manutenção corretiva busca restaurar, recuperar, consertar um equipamento que foi cessado ou limitado para que tal item volte a desempenhar as funcionalidades ao qual foi projetado. Segundo Perdoná (2016) a manutenção preventiva é um aglomerado de atos que têm a função de evitar a quebra, com o uso de intervenções regulares e planejadas. A manutenção preditiva tem a finalidade de analisar aspectos que sejam capazes de prever eventuais falhas, com isso torna-se possível planificar intervenções.

## 2.2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Os custos de manutenção abrangem impactos gerados no caixa resultantes de falha ou algo que envolva o setor de contas, por exemplo, tais fatores são responsáveis por esses custos: mão de obra, ferramentas, peças, depreciação de produtos, lucro, entre outros diversos quesitos. Com isso, compreende-se que o quão mais eficiente for o sistema de manutenção, a empresa tende a gastar menos e ser mais competitiva no mercado, a otimização de resultados é impactada diretamente pelos custos de manutenção, pois eles estão diretamente ligados a qualidade e aos preços dos produtos e dos serviços.

Segundo Nunes (2001) os custos de manutenção que analisam ocorrências, históricos e análises estão diretamente ligados ao sucesso da empresa ao qual gera uma grande vantagem competitiva.

A gestão de projetos é a maneira com que o projeto é estruturado, planejado, executado, monitorado e controlado. Analisando os desejos e necessidades dos

clientes e assegurando que o projeto seja executado da melhor forma possível. Com a utilização de conceitos, técnicas e metodologias o gerenciamento é feito de forma eficaz gerando redução de custos, otimizando o tempo, tendo em vista o controle de riscos e garantindo melhores resultados.

De acordo com o PMBOK (2013) a gestão de projetos eficaz auxilia no cumprimento dos objetivos, entregam produtos no prazo, otimizam recursos, gerenciar as mudanças e ampliam as chances de sucesso. Um sistema desenvolvido no Japão com o intuito de alta de qualidade e com uma diminuição de custos. As atribuições do operador também serão descritas neste capítulo. Com isso, podemos dizer que a TPM se sustenta sob os seguintes pontos chave:

O processo produtivo tem a melhoria dirigida como um dos pontos chaves, tendo a intervenção com objetivo da melhoria na efetividade da instalação, sendo ela de forma contínua, tendo em vista a eliminação de grandes perdas com auxílio de ferramentas de análise. Outro fator importante é a perda, e ela está associada a perdas de máquina, de mão de obra, de métodos, de matéria-prima, de energia, ambientais, entre diversas outras, com isso temos de levar a perda sempre em consideração.

O conceito de manutenção produtiva total tem como base as manutenções preditivas e preventivas aliadas a capacitação do operador em auxiliar nas boas condições da máquina com manutenções mais “simples” e que não necessitam de muito domínio da mecânica, tal conceito tem como base cinco pilares que são eles: Eficiência, autorreparo, planejamento, treinamento, ciclo de vida. Estes surgem dos princípios: Aumento da eficiência do equipamento com a utilização das manutenções preventiva e preditiva; Manutenções básicas serem seguidas pelos operadores; Cronograma de atividades; Capacitação dos operadores e mecânicos; Gerenciamento dos equipamentos (De Almeida, P. S.; 2018).

A manutenção autônoma engloba as atividades do trabalho cotidiano e está diretamente vinculada com a equipe e seus gestores, sendo adquirida com uma cultura de asseio, tal como a 5S, pois é um fator essencial para buscar as metas esperadas. A manutenção planejada está associada a ela, buscando sempre poucas falhas, e sendo falhas previstas.

Para Almeida & Fabro (2019), metas de indicadores individuais para atingir o geral, ao qual cada área tem sua responsabilidade para buscar o medidor de eficiência global, sendo a TPM uma ferramenta muito eficaz para auxiliar nesse processo.

E por fim a gestão de equipamentos novos, buscando melhorar o projeto a partir desses, melhorando a manutenção, reduzindo o seu tempo, tendo mais acesso, uma melhor confiabilidade e uma facilidade de trabalhar em equipe.

Segundo Moraes (2012), conjunto de conhecimento em gerenciamento de projetos evolui constantemente. Esta seção resumirá os termos chaves deste gerenciamento, utilizando diversos conceitos do Guia de Gerenciamento de Projetos (PMBOK) aos quais são de suma importância para o estudo, baseado em conhecimento, boas práticas e vocabulário comum. Três palavras chaves são importantes para definir o objetivo do guia e são elas:

- Identificar;
- Amplamente reconhecido;
- Boa prática.

De acordo com o PMBOK (2013) que é adequado para um projeto é responsabilidade da Equipe de Gerenciamento. Público-alvo: Diretores, Gerentes, Clientes, Educadores, Consultores, Instrutores, pesquisadores etc.

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado. É temporário significa que todos os projetos possuem um início e um final definido. O final é alcançado quando os objetivos do projeto tiverem sido atingidos, quando se tornar claro que os objetivos do projeto não serão ou não poderão ser atingidos ou quando não existir mais a necessidade do projeto e ele for encerrado. Os projetos também podem com frequência ter impactos sociais, econômicos e ambientais, intencionais ou não, com duração muito mais longa que a dos próprios projetos.

Um projeto cria entregas exclusivas, que são produtos, serviços ou resultados. Os projetos podem criar: Um produto ou objeto produzido, uma capacidade de realizar um serviço, um resultado, como resultados finais ou documentos. A singularidade é uma característica importante das entregas do projeto.

## 2.3 GESTÃO DE PROJETOS

O trabalho pode ser categorizado como projetos ou operações, embora os dois ocasionalmente se sobreponham. Eles compartilham muitas das seguintes características “realizados por pessoas, restringido por recursos limitados, planejado, executado e controlado”. Os projetos e as operações são diferentes principalmente no fato de que as operações são contínuas e repetitivas, enquanto os projetos são temporários e unicamente exclusivos. Os objetivos dos projetos e das operações são diferentes. A finalidade de um projeto é atingir seu objetivo específico e, em seguida, terminar. Enquanto as operações adotam um novo conjunto de objetivos e o trabalho continua. Os projetos são realizados em todos os níveis da organização e podem envolver uma única pessoa ou mais. Sua duração pode ser de curto ou longo prazo.

## 2.4 PROJETOS E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Os projetos são um meio de organizar atividades que não podem ser abordadas dentro dos limites operacionais normais da organização. Os projetos são, portanto, frequentemente utilizados como um meio de atingir o plano estratégico de uma organização.

É fato que todas as empresas buscam a excelência em gerenciamento de projetos, porém nem todas entendem que muitas vezes a falta de um planejamento estratégico faz com que projetos curtos em tese se tornem mais longos que o esperado gerando mais erros à medida que estes processos se estende. (Kerzner, H.; 2011).

Os projetos são normalmente autorizados como um resultado de uma ou mais das seguintes considerações estratégicas:

- Uma demanda de mercado (por exemplo, uma companhia de petróleo autoriza um projeto para construir uma nova refinaria em resposta a um problema crônico de falta de gasolina);
- Uma necessidade organizacional (por exemplo, uma empresa de treinamento autoriza um projeto para criar um curso para aumentar sua receita);

- Uma solicitação de um cliente (por exemplo, uma companhia de energia elétrica autoriza um projeto de construção de uma nova subestação para atender a um novo parque industrial);
- Um avanço tecnológico (por exemplo, uma empresa de software autoriza um novo projeto para desenvolver uma nova geração de vídeo games após o lançamento de um novo equipamento para jogos por empresas de produtos eletrônicos);
- Um requisito legal (por exemplo, um fabricante de tintas autoriza um projeto para estabelecer diretrizes para o manuseio de um novo material tóxico).

*Gerenciamento de projetos:*

- Aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos;
- Processos de gerenciamento de projetos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento
- O gerente de projetos é a pessoa responsável por: identificação das necessidades, estabelecimento de objetivos claros e alcançáveis, balanceamento das demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo, adaptação das especificações, dos planos e da abordagem às diferentes preocupações e expectativas das diversas partes interessadas.
- A qualidade do projeto é afetada pelo balanceamento desses três fatores, escopo, tempo e custo do projeto, se algum desses fatores mudar um ou outro e prejudicado. Projetos de alta qualidade entregam o produto, serviço ou resultado solicitado dentro do escopo, no prazo e dentro do orçamento.
- Quanto mais um projeto é estudado ao longo do seu “ciclo de vida”, mais a equipe de gerenciamento aprende sobre o mesmo, sendo assim, poderá gerenciar com um nível maior de detalhes.

Quanto mais a ideia de gerenciamento de projetos cresce em uma empresa menos ela se utiliza de políticas e procedimentos, dando espaço a formulários, diretrizes e listas de verificação. Proporcionando assim mais flexibilidade aos gerentes de projetos sendo aplicado a necessidade de cada cliente. (Kerzner, H.; 2011).

## 2.5 A ESTRUTURA DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS:

A estrutura do gerenciamento de projetos, fornece uma estrutura básica para o entendimento do gerenciamento de projetos.

Ciclo de vida e organização do projeto, descrevem o ambiente no qual os projetos operam. A equipe de gerenciamento de projetos deve entender este conceito mais amplo. Gerenciar as atividades do dia a dia do projeto é necessário, mas não suficiente, para garantir o sucesso.

A norma de gerenciamento de projetos de um projeto:

- A norma especifica todos os processos de gerenciamento de projetos usados pela equipe do projeto para gerenciar um projeto.

## 3. ESTUDO DE CASO

A empresa Nardini foi criada a partir de dados fictícios para possibilitar o uso das técnicas de manutenção e redução de estoques com o mínimo de informações possíveis. Sendo assim, a empresa Nardini possui 20 tornos Centur 3D/ROMI, 4 desses estão parados com defeito. Aparentemente são novos, entretanto foram adquiridos de segunda mão pelo preço de mercado de R\$ 110.000,00 cada. A empresa faz apenas manutenção corretiva e 2 tornos apresentam problemas crônicos e sempre quebram. Não se tem noção sobre qualquer tipo de manutenção feita antes de adquirir os tornos, além disso o gasto médio por vez com a máquina quebrada é de R\$ 1.500,00, sem contar perdas de produção. A fábrica trabalha em três turnos e os funcionários trabalham 6x2. O preço médio de cada peça vendida é de R\$ 40,00. Cada operador controla 3 máquinas, e cada torno tem a produtividade média de 9 peças por hora, outrossim o tempo de usinagem é de 12 minutos, considerando o setup.

O objetivo da empresa Nardini é manter todas as 20 máquinas funcionando 24 horas por dia, sem paradas por quebra. Com isso, a equipe de manutenção projeta garantir uma estrutura para que isso aconteça, será descrito no desenvolver dos

capítulos as decisões necessárias para que a manutenção seja feita de forma adequada, tendo um custo menor e uma qualidade garantida. De acordo com Dantas (2017), para se manter no mercado atual é necessário processos mais eficientes que dependem diretamente de uma manutenção correta e eficaz.

Inicialmente foram definidas questões de pesquisa para que fosse possível estudar a viabilidade do projeto. Estudos primários foram feitos, extraindo informações e dados, sempre após o estudo é necessário fazer revisão para que o projeto seja validado.

O foco do estudo foi como a definição da manutenção correta auxilia no corte de gastos e possivelmente no aumento da produção, ademais a construção do estoque e os cálculos feitos viabilizam esse estudo, demonstrando sua relevância.

O método quantitativo foi utilizado diversas vezes durante as pesquisas buscando a coleta de informações para preencher o que seria necessário para utilizar de técnicas estatísticas, tendo um resultado preciso com base nos cálculos realizados. Tendo uma metodologia utilizando a coleta de dados, sua amostragem e resultados obtidos.

Segundo Britto e Pereira (2003), o aumento na competitividade organizacional ocorre devido a globalização, com isso há um aumento de produtividade, ao qual garante a qualidade e também reduz os custos, demonstrando a importância de uma gestão eficiente.

### 3.1 A IMPORTÂNCIA DO ESTOQUE

Neste capítulo será ressaltada a importância de manter um estoque de segurança, ao qual inicialmente foi calculado tal valor, e com o esquema da alteração da utilizando a Curva ABC, o valor foi reduzido em 46%. A grande quantidade peças foi baseada no próprio manual de manutenção, manual do usuário e de peças da Romi, ao qual possibilitou uma descrição de alta qualidade feita pelo grupo.

Inicialmente o total do estoque era de R\$ 343.810,54, e após a união dos integrantes e os cálculos, esse valor foi reduzido para R\$ 187.317,27. Contudo, ainda

espera-se reduzir ainda mais o valor final, as peças consideradas A e B, serão de suma importância contactar os fornecedores buscando um desconto considerável, ao qual auxiliaria a redução do valor final.

A gestão de estoques é diferente da administração de outros ativos e obrigações. Estes ativos têm um teor físico, o que não se igualam aos ativos puramente financeiros. Porém como outros ativos, os estoques representam custos significativos para as empresas, e sua gestão eficiente torna-se fator essencial de competitividade (PAPANDREA, et al., 2019).

Foram pesquisados a quantidade necessária inicial de cada peça, os possíveis fornecedores que garantiriam um maior custo-benefício e grau crítico, que auxiliou demonstrando quais itens seriam necessários ter de modo emergencial para que não seja necessária interromper a produção por um longo período por conta de falta de estoque. O grau de criticidade no processo fabril é um ponto muito importante, tendo em vista um estoque de segurança, os produtos que podem ter um índice de quebra maior, terão peças para reposição, evitando paradas e prejuízos desnecessários.

O estoque representa um dos investimentos mais elevados dentro de uma empresa, sabendo disso deve-se projetar muito bem para que não haja dinheiro parado sem necessidade, assim não perdendo capital de investimento. Nesse projeto de estoque foi pensado de forma otimizada, utilizando conhecimento prático de um dos membros do grupo e teórico do restante, tendo um valor de custo acessível a empresa.

Com a competitividade acirrada dos dias atuais, as empresas precisam se preocupar com a gestão do seu estoque, buscando manter um nível baixo. Evitando, gerar custo com capital parado ao mesmo tempo em que precisa preocupar-se com que as peças estejam à disposição no momento de sua necessidade (ROGERS, et al., 2004).

O estoque todo orçamentado é de suma importância para que a manutenção seja feita de forma mais barata, além de que também evita que as máquinas fiquem paradas. Códigos internos foram planejados para que se tenha um controle ideal das peças, com uma descrição correta. Com a classificação ABC, se diminui o valor do

estoque. O fornecedor, a partição e o grau crítico foram divididos em sub-planilhas, foram feitos também gráficos e com isso se tem uma visão mais ampla do estoque.

O sistema ABC funciona da seguinte forma, os produtos do grupo A são compostos pelos primeiros 10% em quantidade de estoque, o que, em geral, deve representar cerca de 70% do total dos custos desses materiais, devendo receber uma maior atenção dos gestores. O grupo B seria compreendido pelos 20% produtos seguintes e devem representar 20% do custo. O grupo C seria compreendido por 70% dos produtos em estoque, mas contribuem com uma pequena parcela, 10% (PAPANDREA, et al., 2019).

A necessidade de orientação e adequação da manutenção no processo crítico buscando a confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos é muito importante, contudo, deve ser incluída também a dificuldade de identificar o processo crítico de forma precisa. Com a pesquisa e desenvolvimento de um estoque confiável, a vantagem competitiva é enorme (TAVARES, 2018). A compreensão da necessidade de uma visão estratégica para a gestão dos estoques decorre de um entendimento mais profundo da própria atividade de gestão e de seus objetivos. O Estoque de Segurança consiste em manter uma quantidade de produtos no estoque, com objetivo de absorver a flutuação da demanda, e variações do sistema de reposição (POZO, 2017 apud FACCHINI, 2019).

### 3.2 PLANEJAMENTO

Project Charter: O projeto tem como foco o departamento de manutenção, a área de torneamento e o processo de usinagem. A situação atual da empresa Nardini possui 20 tornos, sendo 4 com defeitos crônicos, no qual os mesmos não possuem planejamento de manutenção, causando assim um prejuízo para a empresa, pois os tornos estão parados e não podem produzir peças. Gerenciar todo o processo de manutenção para evitar manutenção não planejada, melhoria da produtividade, maior ganho para a empresa maior aproveitamento do espaço físico e do pessoal.

Entregas Esperadas:

- Redução na manutenção corretiva;
- Aumento da confiabilidade na produção;
- Total controle de estoque;
- Garantia de qualidade.

Os recursos necessários serão justificados passo a passo, o valor de estoque melhorado com a utilização da Curva ABC foi reduzido para R\$ 187.317,27 como foi citado anteriormente. O valor de cada Torno ROMI utilizado na empresa é de R\$ 110.000,00.

### 3.3 CÁLCULOS

Os cálculos serão feitos utilizando conceitos conhecidos sobre a gestão e a administração. Para se avaliar a viabilidade do negócio e ter noção sobre estoque, manutenção, entrada e saída de caixa.

**Capacidade projetada:** Os cálculos para o total projetado são feitos de maneira completa. As horas disponíveis são planejadas da seguinte maneira, deve se multiplicar o total de horas diárias (24 horas), pelo total de dias da semana (7 dias) pelo total de semanas (4 semanas), com isso temos 672 horas mensais. Lembrando que nestes cálculos todos meses são considerados como 30 dias, com isso o ano tem 360 dias.

A capacidade de produção de peças por hora por torno é de 9 unidades, com os 20 tornos disponíveis temos o total de 180 peças. Multiplicando o valor de 180 por 672, que é o total de horas, chega-se ao valor de produção mensal estimado, ao qual necessita de outros cálculos para ter uma consideração maior de todos outros fatores. Entretanto neste mundo ideal o total de peças produzidas mensalmente é de 120.960 unidades, ao qual gerariam um valor de R\$ 4.838.400,00.

Para os cálculos seguintes, a produção de peças por torno será de 5 unidades por hora, pelo fato de que a máquina suportaria apenas isso, considerando o setup, funcionários e outras variáveis, o valor de 9 é apenas neste “mundo perfeito”, ao qual se é calculada a capacidade projetada na Equação (1).

*Horas disponíveis:*  $24 \times 7 \times 4 = 672 \text{ horas/mês}$

*Peças por hora por turno:*  $180 \times 20 = 180 \text{ peças/hora}$

*Total de peças produzidas:*  $672 \times 180 = 120.960 \text{ peças/mês}$  (1)

*Total de peças produzidas (R\$):*  $120.960 \frac{\text{peças}}{\text{mês}} \times R\$ 40,00 = R\$ 4.838.400,00$

**Capacidade efetiva:** Capacidade efetiva e a capacidade de produção total da empresa já pesando nas percas, como manutenção de máquinas, perdas por ausências de matérias-primas, intervalo de horário entre os colaboradores, faltas, interrupções planejadas durante a produção. Para realizar o cálculo da capacidade efetiva, é necessário calcular a capacidade instalada, que é o máximo que o maquinário consegue produzir, que é baseado na produção de peças que a equipe e os maquinários conseguem produzir por hora, sendo assim multiplica por 24 horas e por 30 dias, tendo assim a capacidade instalada. Após calcular a capacidade instalada, deve se levar em conta as percas citadas acima, e realiza a subtração (capacidade instalada/projetada – percas) tendo assim a capacidade efetiva. Se leva em consideração o trabalho 24 horas durante 7 dias da semana, o turno produz 5 peças por hora e cada operador pode cuidar de 3 máquinas. Além disso, importante lembrar das 4 máquinas quebradas (Quadro 1 e Equação (2)).

Quadro 1 – Capacidade efetiva

<b>Ocorrências</b>	<b>Tempo (horas/dias)</b>
<b>Refeição</b>	1 h X 3 vezes ao dia = 3 horas
<b>Troca de turno</b>	20 minutos X 3 = 1 hora
<b>Manutenção preventiva</b>	1 máq mês X 24h/30 dias = 0,8 hora
<b>Setup</b>	30 s X 5 pç/h X 24 h = 1 hora
<b>Parada para manutenção</b>	1 min X 0,5 dia + 5 min = 0,092 hora
<b>TOTAL</b>	3 + 1 + 0,8 + 1 + 0,093 = <b>5,893 horas/dia</b>

Fonte: Próprio autor

$$\text{Capacidade total: } 24 \text{ horas} \times 7 \text{ dias} \times 4 \text{ semanas} = 672 \text{ horas/mês}$$

$$\text{Perdas planejadas mensais: } 6,692 \times 7 \text{ dias} \times 4 \text{ semanas} = 187,38 \text{ horas/mês}$$

$$\text{Capacidade efetiva mensal: } 672 - 187,376 = 487,62 \text{ horas/mês} \quad (2)$$

$$\text{Capacidade efetiva em peças: } 487,62 \times 5 \times 20 = 87.772,32 \text{ peças/mês}$$

$$\text{Capacidade efetiva em peças (R\$): } 87.772,32 \frac{\text{peças}}{\text{mês}} \times \text{R\$ } 40,00 = \text{R\$ } 3.510.892,00$$

**Capacidade de utilização real:** Capacidade Projetada é aquela que foi configurada para produzir uma determinada quantidade em um tempo certo ou jornada. Caso prático: envasamento de 40.000 garrafas de cerveja em uma cervejaria. Tendo em vista uma jornada de trabalho com 8 horas diárias, uma companhia pode definir o envasamento de 5.000 garrafas de 600 ml por hora. Neste caso, as perdas não são levadas em consideração.

Capacidade instalada é a quantidade máxima que um sistema produtivo pode produzir ininterruptamente desconsiderando as perdas. Portanto, é a capacidade produtiva obtida numa jornada de trabalho de 24 horas ignorando as paradas para manutenção e perdas decorrentes de erros de programação da produção. Exemplo: Uma refinaria de óleo tem capacidade de produzir 8 toneladas por hora. Qual é a capacidade instalada da refinaria? Capacidade instalada = 8 toneladas/hora x 24 horas x 30 dias = 8 x 24 x 30 = 5.760 toneladas por mês.

Quando se tem calculado a capacidade efetiva e a capacidade disponível consegue-se encontrar um novo índice chamado grau de utilização, com isso é possível saber a utilização da capacidade disponível de uma unidade produtiva percentual.

Para chegar ao resultado basta dividir a capacidade efetiva pela capacidade disponível, em outras palavras, o grau de utilização é a produção atual dividida pela produção máxima que se pode chegar (Quadro 2 e Equação (3)).

Quadro 2 – Capacidade de utilização real

Ocorrências	Tempo (horas/dias)
Manutenção corretiva	0,17 hora
Queda de energia	0,04 hora
Falta de matéria prima	0,1 hora
Abseteísmo	0,17 hora
<b>TOTAL</b>	<b>0,17 + 0,04 + 0,1 + 0,17 = 0,48 hora</b>

Fonte: Próprio autor

Capacidade total: 24 horas × 7 dias × 4 semanas = 672 horas/mês

Perdas não planejadas mensais: 0,48 × 7 × 4 = 13,44 horas/mês

Utilização mensal: 672 – 187,38 – 13,44 = 471,18 horas/mês

Utilização em peças: 471,18 × 5 × 16 = 37.694,40 peças/mês (3)

Utilização em peças: 37.694,40  $\frac{\text{peças}}{\text{mês}}$  × R\$ 40,00 = R\$ 1.507.776,00

$$\Delta \left( \text{Delta} = \frac{\text{Utilização}}{\text{Projeto}} \right): \frac{471,18}{672} \times 100 = 70,12 \%$$

$$\Delta \text{ Utilização em peças} \left( \text{Delta} = \frac{\text{Utilização em peças}}{\text{Total em peças}} \right): \frac{37.694,40}{120.960} \times 100 = 70,12$$

**Custo de parada mensal:** Para o cálculo de custo de parada precisamos estipular alguns parâmetros como base, assim sendo o grupo elaborou os seguintes pontos:

- Como temos quatro tornos quebrados usamos como premissa que dois deles são os que apresentam problemas crônicos e vão ficar sem funcionar até a solução do problema ou a troca;
- Dois tornos quebram ao mês por motivos diversos (tornos diferentes);
- Com esses dados decidimos usar o valor médio de duas máquinas quebradas por mês;
- Admitimos um prazo de cinco dias para a manutenção de cada torno.
- O cálculo das perdas em Reais é demonstrado pela Equação (4).

*Problemas crônicos: 2 tornos × 24 horas × 30 dias × 5 peças = 7.200 peças/n*

*Perca por problemas crônicos: 7.200  $\frac{\text{peças}}{\text{mês}}$  × R\$40,00 = R\$ 288.000,00 mês*

$$\begin{aligned} \text{Outras quebras: } & 5 \frac{\text{peças}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas} \times 5 \text{ dias} \times 2 \text{ máquinas} \\ & = 1.200 \text{ peças/mês} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{Outras quebras: } 1.200 \frac{\text{peças}}{\text{mês}} \times R\$40,00 = R\$48.000,0 \text{ mês}$$

$$\text{Reparo dos tornos: } 2 \text{ máquinas} \times R\$ 1.500,00 = R\$ 3.000,00$$

$$\text{Total de percas: } R\$ 288.000,00 + R\$ 48.000,00 + R\$ 3.000,00 = R\$ 389.000,00$$

**Fluxo de caixa atual:** O Fluxo de caixa é referente ao montante recolhido e gasto pela empresa durante um certo período definido, pode ser dividido em datas específicas ou ser de todo o período da empresa. Sem o cálculo do fluxo não é possível saber antecipadamente se o projeto é viável, se a empresa necessitará de um dinheiro a mais, e com este valor calculado, torna-se possível ter em mente o planejamento de entrada e de saída.

No mês inicial, multiplica-se os 20 tornos por R\$ 110.000,00 ao qual é o valor de cada torno utilizado. A partir do primeiro mês multiplica-se R\$ 40,00, representado pelo valor unitário de cada torno por R\$ 37.694,40 representado as peças de utilização, também representado pelo total de vendas, com isso o faturamento será calculado.

Com o conhecimento sobre o cálculo da Curva ABC viabilizou-se reduzir o valor do estoque praticamente pela metade, foram retirados itens que não eram de suma importância manter em grande quantidade, entretanto a análise foi apenas no grupo dos produtos A e o valor reduzido foi muito significativo.

O estoque da empresa foi calculado inicialmente anotando todas as peças necessárias, pouco depois foram descritas de forma correta para que o orçamento não represente algo contraditório, além do mais o grau de criticidade e os cálculos foram feitos utilizando diversos recursos com a intenção de apresentar algo real, sem grande possibilidade de falhas.

#### 4. MANUTENÇÃO PROPOSTA

A manutenção preventiva (MP) é a proposta para melhoria da situação atual da empresa. Esta é implementada através de inspeções periódicas no equipamento, antes que o mesmo sofra uma avaria. O objetivo desta periodicidade da manutenção preventiva é proporcionar um planejamento da manutenção, prolongando a vida útil do equipamento (TONDATO, 2004).

As vantagens do uso da manutenção preventiva são a diminuição da probabilidade da falha e o aumento do ciclo de vida do equipamento. A desvantagem é que frequentemente deve se parar o equipamento, em momentos programados, para realizar a manutenção (De ALMEIDA, 2018).

Um dos motivos pelo qual escolhemos essa manutenção, são pelas seguintes vantagens:

- Equilibrar a utilização dos recursos humanos: planejando as operações de manutenções, é possível criar um ritmo de trabalho constante e prever a quantidade de mecânicos no setor de manutenção, eliminando tempo ocioso excesso ou falta de profissionais.
- Eliminar tempo de espera para compra de peça: com o cronograma de manutenção preventiva e possível fazer uma previsão de consumo de peças e insumos que serão utilizados nas operações de manutenção, o que evita estoque desnecessário ou falta de peça que causam a parada da máquina até a compra e recebimento das peças.
- Confiabilidade de prazo no sistema de produção: a manutenção preventiva garante o bom funcionamento das máquinas utilizadas no sistema produtivo de uma empresa, o que evita atrasos ou espera por quebra de máquina.
- Satisfação do cliente: a manutenção preventiva contribui para o respeito a prazos de entrega para as peças e para a qualidade das peças produzidas pelas máquinas mantidas em perfeito estado de funcionamento, contribuindo assim para a satisfação dos clientes da organização.
- Gestão Ambiental: uma grande preocupação ambiental e o impacto gerado por resíduos resultantes do processo de fabricação. Neste contexto, a manutenção

preventiva, deverá estar voltada para os equipamentos antipoluição, ou seja, atuando em problemas que resultam em vazamentos de fluidos de corte ou lubrificantes, excesso de emissão de gases e controle de cavaco de usinagem.

A manutenção preventiva busca evitar problemas que podem causar prejuízos tanto físicos quanto financeiros, gerando paradas e/ou redução do desempenho dos equipamentos. Além do que foi citado acima a manutenção preventiva tem uma vantagem enorme em relação aos custos, conforme citado e demonstrado na prática por meio de cálculos e gráficos, o valor de uma manutenção periódica é drasticamente mais baixo do que uma intervenção corretiva. Outro fator muito importante, é a disponibilidade, conforme demonstrado no estudo de caso, existiam máquinas com problemas crônicos e outras que não estavam funcionando, a preventiva que utilizamos impede e prevê que isso aconteça e isso afeta diretamente a produção e o financeiro da empresa.

De acordo com Otani e Machado (2008), entende-se que a manutenção preventiva é uma manutenção feita em tempos predeterminados e com critérios que tem o intuito de reduzir falhas, lembrando que em produtos que não estejam em modo de falha.

Visando a importância do funcionamento e da confiabilidade dos equipamentos da empresa, a gestão da área de manutenção é muito importante, a fim de garantir o bom funcionamento da empresa como um todo. Pensando nisso, realizou-se um estudo para viabilizar a gestão e o controle do estoque, onde as peças foram disponibilizadas e contabilizadas de acordo com o seu grau de necessidade. Utilizou-se o sistema de classificação ABC, o resultado foi além das expectativas e conseguimos uma redução de custo de 46% do valor anterior. É importante frisar que todas as peças deste estudo possuem um grau de importância significativa para o bom funcionamento e a confiabilidade do torno, e a redução do valor foi com base na retirada de números de estoque de algumas peças com um custo elevado e de acordo com a disponibilidade da mesma. Para um entendimento de formação e codificação de peças, é exposto na Tabela 1, os códigos por partes do torno. Igualmente expõe-se nas Figuras 1, 2 e 3 os valores de criticidade de cada valorizado em Reais desses

conjuntos de peças.

Tabela 1 – Códigos internos

CÓDIGOS		
Grau Crítico	Partição	Numeração
Alto	C420	01
Médio	Cabeçote	02
Baixo	Cabeçote Móvel	03
	Cavacos	04
	Ferramental	05
	Luminária	06
	Mesa	07
	Motorização	08
	Placa Automática	09
	Refrigeração	10
	Régua do Carro	11
	Sistema de Lubrificação	12
	Sistema elétrico	13
	Sistema Pneumático	14
	Torre Elétrica	15
	Torre Manual	16
	Unidade Hidráulica	17
	Wash Gun	18
	Árvore	19
	Banco	20

FORMAÇÃO DO CÓDIGO
2 primeiros dígitos: Grau Crítico
2 segundos dígitos: Partição
2 segundos dígitos: Numeração

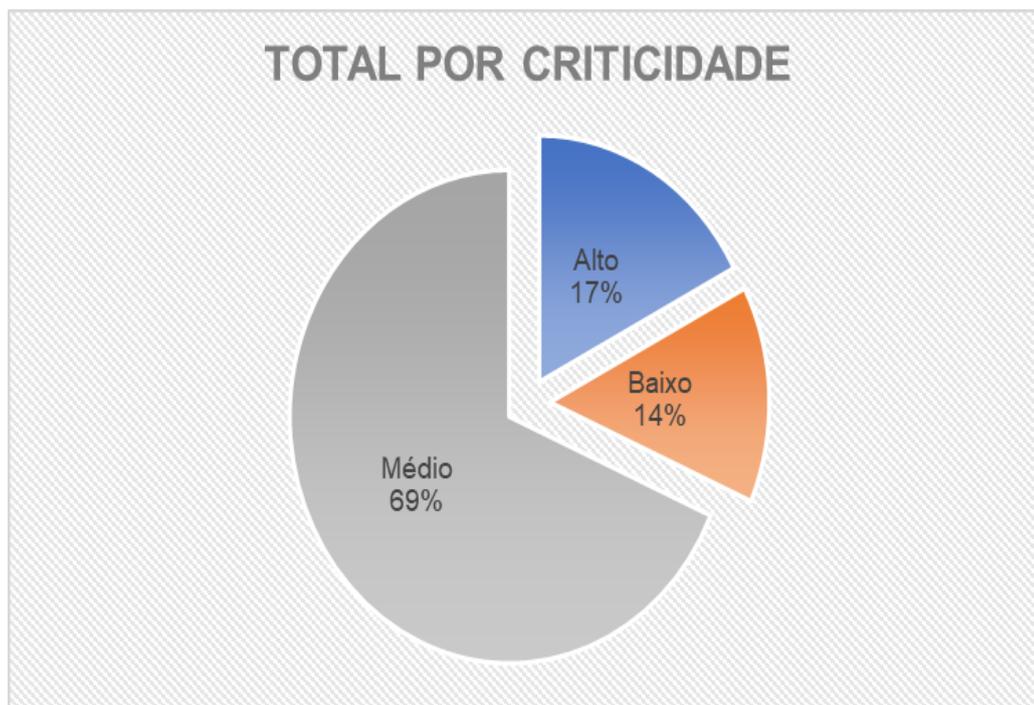
Fonte: Próprio autor

Figura 1 – Valor por criticidade



Fonte: Próprio autor

Figura 2 – Total por criticidade



Fonte: Próprio autor

Figura 3 – Valor por partição



Fonte: Próprio autor

Tendo em vista que empresa vende todas as peças que produz e trabalha 24 horas por dia, quanto maior o número de maquinários disponíveis para trabalho, maior seu lucro, sendo assim, a manutenção preventiva garante bom funcionamento, confiabilidade, longevidade do equipamento, assim gerando mais lucro para empresa.

O valor do ganho em porcentagem como representado no Quadro 3 e Equação (5), demonstra como o planejamento faz uma grande diferença na utilização e principalmente na questão financeira. Os ganhos têm o intuito de fazer comparações demonstrando o tamanho da enorme perda antiga.

Quadro 3 – Ganho em porcentagem

<b>Ocorrências</b>	<b>Tempo (horas/dias)</b>
<b>Queda de energia</b>	0,04 hora
<b>Falta de matéria prima</b>	0,1 hora
<b>Absenteísmo</b>	0,17 hora
<b>TOTAL</b>	0,04 + 0,1 + 0,17 = <b>0,31 hora</b>

Fonte: Próprio autor

$$\text{Capacidade total: } 24 \text{ horas} \times 7 \text{ dias} \times 4 \text{ semanas} = 672 \text{ horas/mês}$$

$$\text{Perdas não planejadas mensais: } 0,31 \times 7 \times 4 = 8,68 \text{ horas/mês}$$

$$\text{Utilização mensal: } 672 - 187,38 - 8,68 = 475,94 \text{ horas/mês}$$

$$\text{Utilização em peças: } 475,94 \times 5 \times 20 = 47.594 \text{ peças/mês}$$

$$\text{Utilização em peças: } 47.594 \frac{\text{peças}}{\text{mês}} \times R\$ 40,00 = R\$ 1.903.760,00 \tag{5}$$

$$\Delta \left( \text{Delta} = \frac{\text{Utilização}}{\text{Projeto}} \right) : \frac{475,94}{672} \times 100 = \mathbf{70,82 \%}$$

Os ganhos, em capacidade efetiva são mostrados no Quadro 4 e Equação (6).

Quadro 4 – Ganho em capacidade efetiva

<b>Ocorrências</b>	<b>Tempo (horas/dias)</b>
<b>Refeição</b>	1 h X 3 vezes ao dia = 3 horas
<b>Troca de turno</b>	20 min X 3 = 1 hora
<b>Manutenção preventiva</b>	1 máq mês X 12h/30 dias = 0,33 hora

<b>Setup</b>	30 s X 5 pç/h X 24 h = 1 hora
<b>Parada para manutenção</b>	1 min X 0,5 dia + 5 min = 0,092 hora
<b>TOTAL</b>	3 + 1 + 0,33 + 1 + 0,092 = <b>5,43 horas/dia</b>

Fonte: Próprio autor

$$\text{Capacidade total: } 24 \text{ horas} \times 7 \text{ dias} \times 4 \text{ semanas} = 672 \text{ horas/mês}$$

$$\text{Perdas planejadas mensais: } 5,43 \times 7 \text{ dias} \times 4 \text{ semanas} = 152,04 \text{ horas/mês}$$

$$\text{Capacidade efetiva mensal: } 672 - 152,04 = 519,96 \text{ horas/mês} \tag{6}$$

$$\text{Capacidade efetiva em peças: } 519,96 \times 5 \times 20 = 51.916 \text{ peças/mês}$$

$$\text{Capacidade efetiva em peças (R\$): } 51.916 \frac{\text{peças}}{\text{mês}} \times \text{R\$ } 40,00 = \text{R\$ } 2.076.640,00$$

A capacidade efetiva em peças tal como citadas anteriormente demonstra um novo valor, no caso de R\$ 2.076.640,00. Por fim, os cálculos comprovam a aplicação de conceitos teóricos, sendo confirmados numericamente.

## 5. POSSÍVEIS MUDANÇAS FUTURAS

De acordo com o Manual do Torno Romi pede-se a troca do olho hidráulico a cada 5.000 horas, no máximo, fazendo uma pequena alteração no número de horas da Manutenção Preventiva durante o mês para 36 horas, assim serão realizadas as paradas de 3 máquinas por mês durante um período de 12 horas cada uma delas.

Deste modo, cada máquina deve ser inspecionada a cada 480 horas de trabalho, cumprindo assim essa norma tão importante da troca de óleo, além de poder aproveitar essa parada para também verificar diversos itens que podem apresentar defeitos. Essa pequena mudança pode acarretar numa vida útil prolongada de todos os elementos do Torno, diminuindo ainda mais a chance de manutenções corretivas e paradas não planejadas.

## 6. CONCLUSÕES E PROJETOS FUTUROS

O principal objetivo do projeto de gestão e manutenção foi o desenvolvimento do estudo de caso da empresa Nardini, a partir de uma proposta inicial e a otimizando

o máximo possível, utilizando todo conhecimento teórico e o máximo de ferramentas exequíveis para otimizar o uso dos Tornos. Buscou-se melhorar o lucro da empresa, por meio de diminuição de manutenção desnecessárias, fazendo a troca por manutenções planejadas. Com a leitura dos manuais do Torno, do usuário e de manutenção foi possível compreender as peças, a importância de cada uma, sua criticidade, manutenção, segurança, entre outras informações de suma importância para a ampliação do conhecimento que tínhamos sobre o Torno ROMI.

O estoque foi uma das etapas fundamentais no projeto, pois foi citado detalhadamente, feito com muito cuidado incluindo todas as peças, e a partir dele foram feitos diversos gráficos com o intuito de demonstrar sua importância.

O planejamento partiu das premissas anteriores, tendo o Total Productive Maintenance (TPM) como suporte. Os cálculos, sendo uma das últimas atividades, foram revisados e refeitos de acordo com as máquinas paradas, as máquinas projetadas e também com todas as máquinas funcionando, deste modo compreendeu a importância da manutenção preventiva, a qual foi escolhida e o desequilíbrio de valores de acordo com que a empresa Nardini trabalha atualmente.

Com a utilização de conceitos, desenvolvimento e controle de estoque e de manutenção, uso de softwares e debates, é possível conseguir um bom desempenho, reduzindo drasticamente os gastos. Apesar de utilizar como exemplo a empresa de torneamento, o que foi utilizado neste projeto pode ser replicado em qualquer empresa, tornando uma cadeia de produtividade mais eficiente.

Compreende-se importância da manutenção preventiva e de um planejamento com propósito. Tudo isso foi demonstrado com porcentagens e valores, para que ficasse nítida a importância da gestão de projetos e da gestão de manutenção nas empresas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Bruno Guerra; FABRO, Elton. Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de manutenção com base na metodologia TPM. **Scientia cum Industria**, v. 7, n. 2, p. 23-39, 2019.

ARANTES, Eliezer da Costa, 2002, **Gestão estratégica**. Editora Saraiva.

BRITTO, R. de; PEREIRA, M. A. Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. **VII SEMEAD, Seminário de Estudos de Administração da USP–Universidade de São Paulo**, 2003.

DANTAS, Priscilla Pereira de Lima. **Modelo multicritério para suportar a definição de uma política integrada de manutenção e estoque**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

DE ALMEIDA, Paulo Samuel. **Manutenção Mecânica Industrial–Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. Saraiva Educação SA, 2018.

FABRO, Elton et al. Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo. 2003.

FACCHINI, Eduardo; DA SILVA, Juliano Rubens; LEITE, Vitor Machado. Curva ABC e Estoque de Segurança. **South American Development Society Journal**, v. 5, n. 13, p. 73, 2019.

GANTOIS, Mônica Mendes de Carvalho et al. A importância da implantação do sistema de gestão integrado na construção civil. **SEMOC-Semana de Mobilização Científica-Alteridade, Direitos Fundamentais e Educação**, 2018.

GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; DE BIAZZI, Jorge Luiz. Gestão estratégica dos estoques. **Revista de Administração**, v. 46, n. 3, p. 290-304, 2011.

KERZNER, Harold. **Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle-2ª Edição**. Editora Blucher, 2015.

MORAES, Emerson Augusto Priamo. Guia Pmbok para gerenciamento de projetos. In: **Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**. 2012.

NASCIMENTO, João Filho da Silva Nascimento. **Gestão colaborativa para melhoria na política de reposição do estoque de componentes para manutenção da frota de uma transportadora da frota de uma transportadora**. Universidade Estadual de Campinas.

NUNES, Enon Laércio et al. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada.** 2001.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PAPANDREA, Pedro et al. A qualitative variable to safety stock parameter definition approach. **Revista Científica e-Locação**, v. 1, n. 16, p. 20-20, 2019.

PERDONÁ, Igor Idalgo et al. Associação entre Ferramentas da Qualidade e Tipos de Manutenção: Análise e Aplicabilidade em uma Unidade Militar. **Revista Espacios**, Volume 16, 2016.

PMBOK, GUIDE. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. **Quarta Edição**, v. 123, p. 25, 2013.

REGO, José Roberto do; MESQUITA, Marco Aurélio de. Controle de estoque de peças de reposição em local único: uma revisão da literatura. **Production**, v. 21, p. 645-666, 2011.

ROGERS, Pablo; RIBEIRO, Karém Cristina Sousa; ROGERS, Dany. Avaliando o risco na gestão financeira de estoques. **Anais do VII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais–SIMPOI**, 2004.

ROSA, Samuel Felipe Zuchi; FILLHO, Ramílio Ramalho Reis. **Manutenção Preventiva em Tornos CNC.** 2015.

SANTOS, Mário José Marques Ferreira dos et al. **Gestão de manutenção do equipamento.** 2009.

TONDATO, Rogério. **Manutenção produtiva total: estudo de caso na indústria gráfica.** 2004.

WENCESLAU, Ricardo José. **A gestão de materiais de manutenção, reparo e operação apoiada pela metodologia de gerenciamento de tarefas.** 2013.