

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

GUILHERME PASINI DA COSTA

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DA DISPONIBILIDADE E
ESTOQUE DE FERRAMENTAS DE CORTE**

CASCADEL - PR

2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

GUILHERME PASINI DA COSTA

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DA DISPONIBILIDADE E
ESTOQUE DE FERRAMENTAS DE CORTE**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador: Geovane Duarte Pinheiro.

**CASCADEL - PR
2020**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

GUILHERME PASINI DA COSTA

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DA
DISPONIBILIDADE E ESTOQUE DE FERRAMENTAS DE CORTE**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor (a) Geovane Duarte Pinheiro.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Geovane Duarte Pinheiro
Coordenador de Engenharia Mecânica
Portaria nº 13/2017, de 17/07/2017
Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Orientador Prof. Esp. Geovane Duarte Pinheiro.

Centro Universitário Assis Gurgacz

Engenheiro Mecânico

Prof. Msc. Eduardo Miguel Prata Madureira

Centro Universitário Assis Gurgacz

Engenheiro Mecânico

Prof. Msc. Sergio Henrique Rodrigues Mota

Centro Universitário Assis Gurgacz

Engenheiro Mecânico

Cascavel, 02 de dezembro de 2020.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho e conquista a minha família.

Meus pais, Luiz Carlos da Costa e Lourdes Pasini, pelo amor infinito, compreensão durante toda essa caminhada da graduação e por me incentivar a sempre ser melhor e dedicado.

Minha namorada Thaís Regina Ossucci Gaiote pela paciência e por sempre estar rezando por mim.

E aos amigos que de alguma forma contribuíram para essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre me iluminar nessa longa caminhada.

Ao meu pai, Luiz Carlos da Costa, a minha querida mãe Lourdes Pasini e minha namorada Thaís Regina Ossucci Gaiote; por compreenderem minha ausência e momentos de estresse durante a graduação.

A todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse ao final da graduação, com orações, conselhos e momentos de descontração.

Aos professores e mestres do Colégio Estadual Chateaubriandense, localizado no município de Assis Chateaubriand, por todos os conhecimentos repassados a mim.

A instituição de ensino superior FAG, e a todos os professores que me auxiliaram de maneira que eu pudesse continuar na caminhada, passando conhecimentos técnicos e repassando a vivência deles enquanto acadêmico da instituição.

RESUMO

Introdução: Empresas com alto nível de organização, conseguem fornecer os produtos com elevada qualidade a um preço competitivo, porém, com a falta de uma estrutura definida, controle de estoque e organização do setor da produção, acarreta na perda da competitividade de seus produtos no mercado, demonstrando falhas tanto no controle de produção, quanto da administração do estoque, disponibilidade de máquinas e ferramentas do setor. **Objetivo:** Organizar e controlar o estoque de ferramentas de corte e insertos a fim de diminuir o tempo de máquina parada. **Metodologia:** Foi efetuado coleta de dados, com a finalidade de organizar o setor de usinagem de uma empresa localizada em Assis Chateaubriand, oeste do Paraná, onde ocorreu o levantamento dos tempos dos processos de fabricação, organização de ferramentas, indicação de tempo e disponibilidade das máquinas presentes no setor de usinagem. **Resultados:** Houve uma diminuição de tempo de máquina parada, pois com a informatização das fases de produção, ferramentas e controle de estoque, foi possível identificar o tempo total de produção de um determinado item da empresa, facilitando a programação da produção. **Conclusão:** Com a informatização das variáveis presentes no setor, validada pela ferramenta Overall Equipment Effectiveness (OEE), tornou-se possível verificar a importância da organização das ferramentas e controle dos tempos de produção no processo produtivo, visando eficiência e disponibilidade dos equipamentos.

Palavras-chave: Gerenciamento de Ferramentas de Corte. Programação e Controle de Produção. Usinagem. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Modelo de objetivos do planejamento e controle da produção _____	19
FIGURA 2: Modelo conceitual do PCP _____	20
FIGURA 3: Estante metálica com gavetas _____	29
FIGURA 4: Controle de estoque dos inserts _____	30
FIGURA 5: Armários com gaveta _____	31
FIGURA 6: Cabeçalho ordem de produção _____	32
FIGURA 7: Ordem de produção _____	33
FIGURA 8: Apontamentos para cálculo do OEE _____	34

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Comparação da disponibilidade	35
GRÁFICO 2: Comparação da performance	36
GRÁFICO 3: Comparação da qualidade	36
GRÁFICO 4: Comparação do indicador OEE	37

LISTA DE QUADROS

TABELA 1: Pilares TPM	22
-----------------------	----

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1: Indicador global OEE	24
EQUAÇÃO 2: Índice de disponibilidade	24
EQUAÇÃO 3: Índice de performance	25
EQUAÇÃO 4: Índice de qualidade	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNC – Comando Numérico Computadorizado

ID – Índice de Disponibilidade

IP – Índice de Performance

IQ – Índice de Qualidade

NC – Comando Numérico

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PCP – Planejamento e Controle da Produção

TPM – Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1.	OBJETIVOS.....	14
1.1.1.	Objetivo Geral.....	14
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	14
1.3.	JUSTIFICATIVA.....	14
1.4.	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	15
1.5.	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1.	GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE CORTE.....	16
2.1.1.	Objetivos do gerenciamento de ferramentas de corte.....	16
2.2.	PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO	17
2.2.1.	Modelo de planejamento e controle de produção.....	19
2.3.	USINAGEM	20
2.3.1.	Histórico da usinagem	20
2.3.2.	Definição	21
2.4.	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)	22
2.5.	OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)	23
3.	METODOLOGIA.....	26
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
5.1.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	39
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a competitividade no setor industrial dentro do mercado brasileiro é muito elevado. Empresas organizadas, com fluxogramas de produção e controle de seus insumos e matérias primas, conseguem fornecer produtos com elevada qualidade a um preço competitivo, garantindo o sucesso econômico. Resumindo, empresas que conseguem fazer uma boa programação de sua produção, controlando desperdícios de tempo improdutivo, gerência do estoque de suas peças e consumíveis, certamente conseguirão um bom valor final de seu produto, o que, dentro do contexto competitivo que vivemos hoje, pode ser o diferencial para o sucesso. (TORTORELLA, 2015).

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar as falhas tanto do controle de produção, quanto da administração do estoque de ferramentas no setor de usinagem de uma indústria, por meio de um levantamento de dados e parametrizações, demonstrando possíveis soluções para melhorar a lucratividade dos produtos produzidos. Com a diminuição do tempo de máquina parada e tendo uma programação da produção definida, evita-se tempos improdutivos, o que influencia diretamente nos custos de produção, além de respaldar um controle minucioso do estoque de ferramentas, o que tende a evitar paradas por falta de ferramenta.

Com a estruturação de todas as ferramentas e tomada de tempo dos processos de fabricação de cada fase da produção, o controle de disponibilidade tanto das ferramentas quanto das máquinas será de fácil determinação, o que facilita a tomada de decisão do responsável pelo setor, evitando custos desnecessários.

A aquisição dos dados para análise se deu por meio das ordens de produção confeccionadas anteriormente com os tempos teóricos de produção, sendo conflitada com os tempos reais de preparação e produção indicados pelos operadores de máquina na mesma ordem. Utilizando uma planilha eletrônica onde todos os processos de produção de todos os itens usinados no período estipulado serão catalogados, serão calculados todos os índices indicados acima para o estudo produtivo do setor.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Organizar e controlar o estoque de ferramentas de corte e insertos a fim de diminuir o tempo de máquina parada.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um sistema para controle de estoque no setor de usinagem;
- Estruturar todas as ferramentas e insertos disponíveis para o setor de usinagem;
- Avaliar a disponibilidade das ferramentas no momento de preparação das máquinas;
- Aplicar os dados coletados a fim de diminuir o tempo de máquina parada.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo TORTORELLA (2015), no contexto atual do mercado, a competitividade é muito grande pois as empresas buscam por uma melhoria contínua de seus produtos e processos. Por isso, empresas que conseguem fornecer seus produtos com um custo menor e com a mesma qualidade do concorrente, garantem sucesso econômico. Esse sucesso resulta, principalmente, do efetivo controle de produção, onde a busca pela redução de máquinas paradas e tempos improdutivos é constante, uma vez que estes fatores, sabidamente, influenciam diretamente no valor final do produto a ser produzido.

Para exercer esse controle, existem ferramentas que auxiliam e indicam caminhos para uma melhor organização do processo produtivo. Estas ferramentas consideram o aumento de eficiência e produtividade, a fim de diminuir os custos de tempos improdutivos.

O presente trabalho tem o intuito de trazer um estudo de campo, evidenciando as falhas no controle de ferramentas de uma empresa, além de trazer possíveis soluções, melhorando seu processo produtivo e lucratividade de seus produtos. Isso abre caminho para futuras pesquisas de melhoria contínua do processo por meio dos pontos positivos e negativos que serão investigados.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Como organizar e controlar o estoque de ferramentas de corte e insertos a fim de diminuir o tempo de máquina parada em uma indústria?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida com o propósito de apresentar resultados a curto e médio prazo no processo produtivo, que possibilitaram um melhor controle de estoque, disponibilidade de ferramentas e tempos de preparação de máquinas. Ocorreu em uma empresa do setor privado, na cidade de Assis Chateaubriand, oeste do estado do Paraná. Foi de cunho prático, tendo em vista que a falta destes controles acarreta em tempos improdutivos, os quais são prejudiciais para a empresa, agregando custos inviáveis a seus produtos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE CORTE

Para MASINE (1998), o gerenciamento de ferramentas é de extrema importância, pois facilita a solução de problemas no processo produtivo, como o uso e vida útil das ferramentas, compras, estoque, preparação das máquinas e controle de estoque de ferramentas, que visa assegurar a disponibilidade das mesmas para uma maior organização da produção, aumentando sua eficiência e produtividade.

Já GOLDONI (2003), diz que a principal função do gerenciamento de ferramentas é anular os desperdícios e paradas na produção, que acontecem quando se tem problemas com quebras e desgaste de ferramentas e a não disponibilidade de certa ferramenta no momento necessário.

2.1.1 OBJETIVOS DO GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS

De acordo com BOOGERT (1994), os principais objetivos do gerenciamento de ferramentas são:

- Diminuir os problemas na cadeia de produção;
- Potencializar a utilização de máquinas e ferramentas;
- Diminuir a quantidade de peças perdidas;
- Reduzir os gastos com ferramentas pela regulação e preparação;
- Diminuir estoques e peças obsoletas;
- Regularizar as ferramentas empregadas na produção;
- Eliminar parada de produção por falta de ferramentas;
- Maximizar a eficiência;
- Monitorizar a localização e curso das ferramentas;
- Preparar as máquinas em menor tempo;
- Diminuir desperdício e quebra de ferramentas;
- Certificar o acesso às informações de maneira exata;
- Garantir bom relacionamento com fornecedores;

- Garantir a qualidade dos serviços de reafiação e preparação de ferramentas;
- Prezar pela qualidade de seus produtos;
- Inovação e atualização tecnológica;
- Fazer uso sustentável dos insumos e ferramentas utilizadas no processo.

O gerenciamento de ferramentas deve ter amparo de todos os setores e engajamento da gerência, a partir de uma compreensão destes setores e ajuda mútua de toda a empresa se alcançará os objetivos. (FAVARETTO 2005).

Segundo BOEHS *et al* (1994), um gerenciamento eficiente possibilita uma diminuição nos tempos de preparação, verificação das ferramentas e planejamento da produção. Uma implantação correta abrange várias etapas, que devem ser seguidas sistematicamente:

Sintetização: Define a situação em que a empresa se encontra no momento, buscando os históricos dos elementos físicos utilizados, banco de dados, e informações de todos os setores que fazem parte do gerenciamento.

Sistematização: É a segunda etapa da sintetização e visa organizar os dados coletados, que são agrupados para facilitar a localização e determinar a relação entre eles por similaridade. É formada por três etapas principais: a classificação e estruturação dos dados, a codificação dos componentes e o cadastramento das informações.

Racionalização: Deve contemplar todas as etapas, com o objetivo de melhoria contínua de todo o processo. Dá-se pela redução da diversidade de componentes, vínculos de forma a reduzir as quantidades estocadas e redundância de informações das mesmas.

2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

O Planejamento e Controle de Produção tem como principal fator o gerenciamento do sistema produtivo e é a peça chave para a determinação de métodos para disputar as exigências contínuas de qualidade e cronograma de entrega. Ele é encarregado para indicar a compra e a fabricação de um produto, além de mostrar onde e quando isso será feito. São medidas importantes e

incorporam no valor final do produto, em virtude de que tempo e qualidade estão entrelaçados. São responsáveis por avaliar os dados de produção para que não acabe gerando um atraso nesta e no alto estoque de materiais, o que nas principais indústrias hoje é primordial indicativo dos altos custos de produção. Conseguir diminuir estes custos e trabalhar dentro do prazo de entrega é papel do Planejamento e Controle de Produção que é ligado diretamente aos custos do produto final. (STRAPAZZON *et al* 2012).

Segundo BELHOT (2014), durante a década de 1990, houve uma grande aceleração e aperfeiçoamento técnico, que limitou as empresas a procurar a redução da série de desenvolvimento e melhoria contínua de seus produtos e processos. Com o aumento da competitividade, devido à globalização, houve a necessidade do aumento da produtividade e a adesão de um modelo pós-fordista de coordenar e constituir as empresas. Para estabelecer os objetivos do planejamento e controle de produção no século XXI, é indispensável que se incorpore nos objetivos, como visto na figura 1:

- Garantir eficiência, eficácia e resposta rápida as mudanças de mercado na coordenação de atores e recursos;
- Ter flexibilidade para produtos e processos que atendam uma ampla gama de clientes;
- Desenvolver produtos e produzir mundialmente;
- Estabelecer elos corporativos com suas empresas que permitam a identificação imediata de competências complementares para projetar, desenvolver, fabricar e distribuir novos produtos;
- Participar das redes globais de suprimentos.

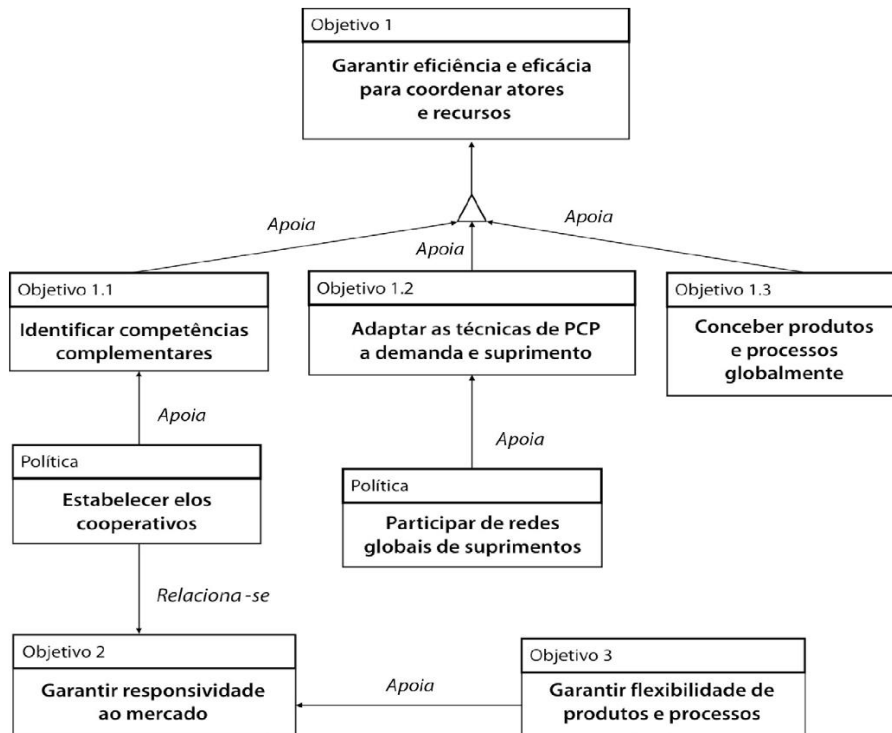


Figura 1: Modelo de objetivos do PCP.

(Fonte: BELHOT, 2014)

2.2.1 MODELO DE PLANEJAMENTO DE CONTROLE DE PRODUÇÃO

A ação de planejar e informatizar a produção resulta dos níveis e do horizonte de planejamento, da troca de parâmetros de competição e da quebra das informações. Os objetivos da empresa têm que estar direcionados para a produção, comunicar a urgência de replanejar e controlar tarefas, pessoas e ferramentas em processo. (BELHOT 2014).

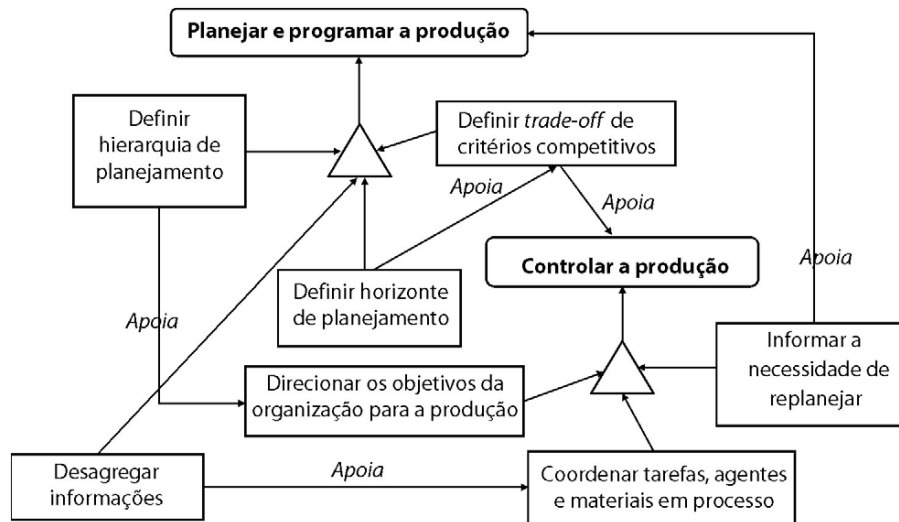


Figura 2: Modelo conceitual do planejamento e controle de produção.

(Fonte: BELHOT, 2014)

De acordo com a figura 2, constata-se as informações de entrada e saída, sendo esse o macroprocesso de planejar e controlar a produção, horizonte de planejamento. É característica de produção (longo, médio ou curto prazo) a hierarquia de planejamento, que pode ser do tipo estratégico, tático ou operacional e é auxiliada pelo horizonte de planejamento, que direciona os objetivos da organização para a produção. Já os critérios competitivos são baseados em custo, confiabilidade, velocidade de entrega, qualidade e flexibilidade, tendo em vista que esses critérios recebem informações do plano de vendas. Com a produção em andamento, se deve controlar as tarefas, agentes e materiais, confeccionando relatórios, para que, caso haja necessidade de replanejar algum processo ou produto, se tenha embasamento da produção sobre o mesmo. (BELHOT 2014).

2.3 USINAGEM

2.3.1 HISTÓRICO DA USINAGEM

O material mais utilizado para a fabricação de peças até metade do século XVIII era a madeira que tem uma fácil usinabilidade. O advento de novos materiais como o ferro fundido, latão e bronze (que foram impulsionados pela Revolução

Industrial), contribuiu para a expansão da indústria metalmecânica e, permitiu o surgimento de máquinas-ferramentas responsáveis pela fabricação de vários novos produtos, como a máquina a vapor, contribuindo para a substituição do trabalho humano em diversas partes do processo produtivo. (MACHADO 2011).

Segundo MACHADO (2011), no século XX o foco foi a produtividade nos materiais difíceis de serem usinados, para isso, foram criadas novas ferramentas, como as de aço rápido e carboneto de tungstênio, além da automatização das máquinas e máquinas de comando numérico (NC). Foi o século onde se estabeleceu a importância de um bom acabamento, grande qualidade e apertadas tolerâncias.

2.3.2 DEFINIÇÃO

Operações de usinagem são aquelas que atribuem para a peça ou produto, suas dimensões e acabamento superficial por meio da remoção de material, conhecido como cavaco. Cavaco é o material o qual a ferramenta de corte retira da peça, e, não apresenta forma definida. (FERRARESI 2003).

Em termos técnicos, a usinagem segundo MACHADO (2011), é um processo de fabricação no qual se dá geometria, medidas e acabamento a uma peça. Isso ocorre por meio da interação entre a peça e a ferramenta de corte, que implica na remoção do material em forma de cavaco. Segundo a DIN 8580, o nome usinagem é utilizado em todos os processos de fabricação em que há retirada de material em forma de cavaco.

Na usinagem existem vários processos de remoção de material, como o torneamento, fresamento, furação e retificação, e, cada um exige uma ferramenta diferente para ser utilizada no processo. A sequência de escolha da ferramenta a ser utilizada depende: do material a ser usinado, processo de usinagem, condição da máquina operatriz, forma e dimensões da ferramenta, custo do material da ferramenta, condições de usinagem e condições da operação. Cada fator influencia no tipo de ferramenta e seu material. (DINIZ 2010).

2.4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Para focar-se na melhoria contínua de processos, a TPM é uma importante ideologia para explicitar as perdas do processo produtivo e administrativo, a explicitação desses problemas viabiliza a melhoria da utilização e eficiência dos processos, fazendo com que sejam gerados produtos com uma qualidade maior e com alta competição dentro do mercado (SANTOS, 2018).

Segundo ADESTA (2018), o intuito principal do TPM é o aumento da disponibilidade e eficiência das máquinas e procedimentos inerentes do processo produtivo, através da melhoria por intermédio da manutenção, baseado em oito pilares, quadro 1, que se comportam como um sistema para aumentar a produção e tornar eficiente a produção da empresa.

Quadro 1: Pilares TPM.

Pilar	Descrição
Manutenção Autônoma	Responsabilidade dos operadores para realizar a manutenção dos equipamentos.
Manutenção Planejada	Realizada com base nos históricos de falha dos equipamentos.
Qualidade	Para minimizar os defeitos é necessário manter uma alta qualidade dos equipamentos.
Melhoria contínua de processos	Orientação das equipes específicas para realizar as atividades de melhoria.
Controle inicial de equipamentos	Diminuir o tempo de introdução do produto e processo.
Educação e treinamentos	Nivelar o conhecimento e habilidades por meio de formação dos colaboradores.
Segurança, Saúde e Sustentabilidade	Visa a organização e a diminuição

	dos acidentes de trabalho
TPM na administração	Propagação dos princípios para a administração e funções dentro do setor.

(Fonte: Pandey, 2016)

A TPM, segundo SOUZA (2013), não trata apenas de manter os equipamentos produzindo, mas sim, de averiguar o desempenho das máquinas, individualmente, e analisar a possibilidade de aumentar a produtividade destas, sempre buscando o aperfeiçoamento e diminuição das falhas e desperdícios.

Para a melhoria da produtividade, contribui a manutenção produtiva total que elimina seis grandes perdas, principalmente aquelas associadas a máquinas que tenham a necessidade de manutenção, sendo, de acordo com SANTOS (2018):

1. Perdas relacionadas à disponibilidade:
 - Falhas de equipamentos;
 - Devido a ajustes ou tempo de preparação;
2. Perdas relacionadas à eficiência:
 - Ociosidade;
 - Declínio da velocidade do processo;
3. Perdas relacionadas à qualidade
 - Rejeição e correção de peças;
 - Perdas de produtividade.

2.5 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

A implantação do TPM tem como princípio três pontos centrais: Aumento de eficiência do equipamento, manutenção realizada pelos colaboradores e organização de grupos multifuncionais para melhoria. Nessa situação, o OEE tem sido muito utilizado como indicador de desempenho global dos equipamentos no chão de fábrica, deixando clara a capacidade de direcionamento de esforços para melhoria contínua dos processos. (LJUNGBERG, 1998).

Segundo SHARMA et al.(2012), o indicador de eficiência Global determina a relação esperada entre os resultados práticos de produção e a previsão estimada para os mesmos, sendo um indicador chave em termos de precisão, aplicabilidade e tomada de decisão. Analisa os pontos fracos de cada máquina do processo produtivo.

O OEE considerada uma relação entre o tempo real de produção de um determinado produto e o tempo de carregamento de máquina teórico, diminuindo as perdas de disponibilidade, perdas de desempenho e perdas de qualidade. Para NAKAJIMA (1989), um OEE de 85% é considerado como ideal para os equipamentos, e deve ser considerado como meta dentro da empresa.

Para efetuar o cálculo do OEE é preciso três índices e seu resultado é a multiplicação dos mesmos. O Índice de Disponibilidade (ID), equação 2, relaciona o tempo total disponível e o tempo efetivo de produção, o Índice de Performance (IP), equação 3, relaciona o tempo real de produção e o tempo teórico programado e calculado pela engenharia. O último é o índice de Qualidade (IQ), equação 4, indica o percentual de peças boas produzidas, durante todo o período de análise. O OEE é calculando através da equação 1. (CORRÊA;CORRÊA, 2004).

$$OEE = ID \times IP \times IQ \quad (1)$$

Onde:

ID: índice de disponibilidade

IP: índice de performance

IQ: índice de qualidade

$$ID = \frac{(\text{tempo de produção planejado} - \text{tempo das paradas não planejadas})}{\text{tempo de produção planejado}} \quad (2)$$

$$IP = \frac{(\text{tempo de ciclo padrão} \times \text{quantidade de produtos processados})}{(\text{tempo de produção planejado} - \text{tempo das paradas não planejadas})} \quad (3)$$

$$IQ = \frac{(\text{quantidade de produtos processados} - \text{quantidade de produtos refugados})}{\text{quantidade de produtos processados}} \quad (4)$$

A partir do cálculo, NAKAJIMA (1989), indica que atitudes de melhoria sejam feitas por meio de ferramentas de gestão de qualidade, como gráfico de Pareto e diagrama de causa e efeito. O primeiro gráfico identifica os tipos de perdas que tem maior influência no processo produtivo e no resultado do OEE. A segunda ferramenta, por sua vez, ajuda a identificar e atuar no real motivo das perdas. Para desenvolver ações de melhoria, grupos multifuncionais - com conhecimento e habilidades de todo o processo de produção - a partir dos dados indicados, têm a responsabilidade e autoridade para programar as ações de melhoria propostas.

3 METODOLOGIA

Segundo LAKATOS E MARCONI (2006), metodologia é a pesquisa de bibliografias publicadas por outros autores por meio de artigos, livros, revistas, teses, monografias, com o objetivo de informar e posicionar o pesquisador dentro de um assunto determinado. É a descrição do procedimento e da técnica a ser adotada para o procedimento da pesquisa.

Neste trabalho, foi abordada uma pesquisa quantitativa de cunho transversal, que, segundo CRESWELL (2010), possibilita determinar, com uma determinada precisão, tratada estatisticamente, o valor de um conjunto de variáveis, diminuindo a fronteira para eventuais influências do meio externo. Para o assunto a ser pesquisado por meio de uma pesquisa de campo, onde foram coletados alguns dados, posteriormente estipulados, para alcançar o objetivo da investigação.

A pesquisa e coleta de dados ocorreu no setor de usinagem de uma empresa localizada em Assis Chateaubriand, oeste do Paraná, contando com dezenove máquinas para realizar os processos, se dividindo em dois tornos e três fresas convencionais, cinco tornos de comando numérico (CNC), cinco Centros de usinagem de comando numérico, uma furadeira, duas brochadeiras, uma balanceadora e uma rosqueadeira pneumática.

Primeiramente foi efetuado um levantamento de todas as ferramentas consumíveis do setor, que incluem brocas, fresas, ferramentas intercambiáveis para tornos de comando numérico e convencional, centro de usinagem e fresadoras, juntamente com seus determinados inserts, que são os objetos cortantes das ferramentas. Para cada tipo de operação de usinagem exige-se uma ferramenta e inserto determinado.

O tempo da coleta dos dados se deu de acordo com a disponibilidade das ferramentas no almoxarifado e averiguação nas máquinas das ferramentas sendo utilizadas. Como um limitante da aquisição de dados, há um fluxo diário das ferramentas em variadas máquinas, sem o mínimo controle, o qual dificultou o levantamento de todas das ferramentas e suportes.

Para o catálogo de todos os inserts, houve a necessidade da determinação da operação, material a ser usinado, raio de corte da ferramenta, ângulo de saída de cavaco, e para cada tipo de inserto pode existir modelos de mesma geometria e com

características diferentes, sendo elas, todas catalogadas para uma análise posterior. Existem dois tipos de brocas e fresas: as de metal duro (tungstênio) e as de aço rápido. Para a pesquisa foram relacionadas apenas as ferramentas de tungstênio, as quais possuem disponibilidade essencial para um tempo de usinagem menor. Todavia, possuem custo elevado, sendo necessário seu controle. O registro dos suportes das ferramentas, tanto de torneamento quanto de fresamento aconteceu de acordo com as máquinas e insertos compatíveis.

Também houve a coleta do tempo e máquina utilizada em cada processo dos produtos fabricados. Foi levantado, via cronômetro, uma média de seu tempo de preparação, usinagem e tempo de troca de peças, para que, ao final de todas as fases de usinagem do produto, se tenha uma média do tempo necessário de cada máquina para a produção de um determinado item.

Com todos os dados coletados, suas respectivas parametrizações foram realizadas através de um servidor, onde ficarão armazenadas as informações necessárias para a fabricação do produto. Os tempos de produção de cada produto foram discriminados cada um em uma ordem de produção. Nessa ordem ficaram informadas também as ferramentas necessárias para a usinagem do produto, campo para observações e anotação dos operadores. A programação teve três objetivos: o controle do estoque de ferramentas e insertos, controlar a disponibilidade das ferramentas, e determinar o tempo de uso de cada ferramenta e em qual máquina ela se encontra no momento.

Para o controle de estoque, um catálogo com todos os insertos, ferramentas e suportes, suas respectivas quantidades disponíveis e quantidade em uso ou fora do estoque foi desenvolvido. Para os insertos, não respeitou a contabilização como ferramenta fora do estoque, e sim ferramenta inutilizada, pois quando há a necessidade de um novo inserto, geralmente o anterior encontra-se no final de sua vida útil, diferente das brocas e fresas de metal duro, que não tem vida útil determinada, pois o seu desgaste é mínimo.

Para cada item fabricado pela empresa, realizou-se a adição de suas fases de produção na usinagem; o tempo e a troca de cada fase, além do tempo de preparação de cada uma, efetuado pelo programador. Foram também adicionadas as ferramentas e insertos utilizados em cada fase do produto. Como resultado, ocorreu a determinação do tempo total de cada fase, variando com o número de

peças do lote, tempo total de fabricação e ferramentas a serem utilizadas. Todas essas variáveis vão ajudar na programação da produção, pois com os tempos determinados, pode-se definir quais produtos, dia e hora que eles entrarão para a produção.

A determinação das ferramentas a serem utilizadas em cada fase do processo foi o mais desafiadora, pois além de acompanhar cada item e indicar a ferramenta utilizada, a organização também se fez necessária. Para isso, os insertos foram separados por geometria, tipo, raio de corte e material, brocas e fresas, pelos diâmetros indicados; suportes e ferramentas de apoio separados por máquina compatível. Com essa separação tornou-se possível a parametrização de todos os dados e como resultado final da programação a disponibilidade da máquina será indicada, o tempo de preparação e usinagem determinados, juntamente com as ferramentas utilizadas no processo.

Para validação das mudanças propostas, foi utilizada a ferramenta *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), a qual indicou os níveis de disponibilidade das máquinas para produção, desempenho e qualidade das peças finalizadas. A multiplicação dos três índices resultou no OEE geral do setor, possibilitando uma melhor tomada de decisão da gerência para a evolução do processo produtivo.

A aquisição dos dados para análise se deu por meio das ordens de produção confeccionadas anteriormente com os tempos teóricos de produção, sendo conflitada com os tempos reais de preparação e produção indicado pelos operadores de máquina na mesma ordem, utilizando uma planilha eletrônica onde todos os processos de produção de todos os itens usinados no período estipulado foram catalogados e calculados. Todos os índices indicados acima foram necessários para o estudo produtivo do setor.

Foram utilizadas literaturas que mostram técnicas e meios eficientes de se obter os dados e efetuar as respectivas análises, como por exemplo, a Análise da implantação do planejamento e controle da produção em uma indústria de metal mecânico do sudoeste do Paraná (STRAPAZZON 2012), Teoria da usinagem dos materiais (MACHADO 2011), e Planejamento e controle da produção (BELHOT 2014). As citadas possuem notoriedade maior, tendo em vista a relevância e clareza nas informações apresentadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A organização das ferramentas de usinagem começou pela criação de um almoxarifado, um espaço dedicado para alocar todas as ferramentas de usinagem, como brocas, fresas, machos, ferramentas para torno CNC, centro de usinagem e seus respectivos insertos, todos separados para facilitar o manejo.

Foram adquiridos dois armários de gaveta e uma estante metálica com gavetas. Na estante metálica foram organizadas todas as ferramentas de corte inteiriças, como na figura 3, fazendo a separação das brocas conforme seu diâmetro, em ordem crescente. As fresas, da mesma forma que as brocas, foram separadas conforme seu diâmetro. Os machos agrupados em padrão milímetro e padrão polegada, sendo separados conforme seu passe e diâmetro de rosca.



Figura 3: Estante metálica com gavetas.

(Fonte: Autor, 2020)

Isso facilitou a identificação e organização do estoque, que antes era armazenado dentro de um armário e dificilmente a falta de uma ferramenta ou identificação de estoque mínimo era apontada. Fica a cargo do colaborador responsável pelo setor o controle do estoque, sendo indicado em uma planilha

eletrônica, figura 4, e estipulado um estoque mínimo de cada peça ou inserto, a fim de que não venha a faltar no processo produtivo. Do mesmo modo foi orientado que, em caso de muitas quebras de ferramentas, seja informado à gerência para tomar as providências cabíveis.

CONTROLE ESTOQUE INSERTOS									
Produto	TIPO	Entrada	Data	Preço Custo	Mínimo	Saídas	Custo Saídas	Total Estoque	Custo Total
WNMG 080404-QF;GP 1115	AÇO	20	31/08/2020	R\$ 24,00	5	0	R\$ 0,00	20	R\$ 480,00
WNMG 080408-HK;GP 1225	AÇO	30	31/08/2020	R\$ 24,00	8	2	R\$ 48,00	28	R\$ 720,00
WNMG 080412-HK;GP 1225	AÇO	20	31/08/2020	R\$ 24,00	5	0	R\$ 0,00	20	R\$ 480,00
WNMG 060408-GM;GP 1225	AÇO	9	31/08/2020	R\$ 18,90	3	2	R\$ 37,80	7	R\$ 170,10
TNMG 160404-OF;OK 205	AÇO	20	31/08/2020	R\$ 19,80	5		R\$ 0,00	20	R\$ 396,00
TNMG 160408-OF;OK 205	AÇO	20	31/08/2020	R\$ 19,80	5	1	R\$ 19,80	19	R\$ 396,00
TNMG 160412-QM;GP 1225	AÇO	10	31/08/2020	R\$ 19,80	3		R\$ 0,00	10	R\$ 198,00
VBMT 160404-GP;GP 1225	AÇO	5	31/08/2020	R\$ 28,00	2		R\$ 0,00	5	R\$ 140,00
VBMT 160408-GP;GP 1225	AÇO	5	31/08/2020	R\$ 28,00	2		R\$ 0,00	5	R\$ 140,00
WNMG 160408-QF;GP 1225	AÇO	3	31/08/2020	R\$ 34,50	2		R\$ 0,00	3	R\$ 103,50
TCMT 090204-GP;GP 1225	AÇO	5	31/08/2020	R\$ 18,90	2	1	R\$ 18,90	4	R\$ 94,50
TCMT 110204-E-FM;T 9325	AÇO	5	31/08/2020	R\$ 18,00	2		R\$ 0,00	5	R\$ 90,00
TCMT 110208-GP;GP 1225	AÇO	5	31/08/2020	R\$ 18,00	2		R\$ 0,00	5	R\$ 90,00
TCMT 16T304-GP;GP 1225	AÇO	10	31/08/2020	R\$ 18,00	2		R\$ 0,00	10	R\$ 230,00
TCMT 16T308-GP;GP 1225	AÇO	10	31/08/2020	R\$ 23,00	2		R\$ 0,00	10	R\$ 230,00
DCMT 070204-GP;GP1225	AÇO	10		R\$ 19,00	3	3	R\$ 57,00	7	R\$ 190,00
DCMT 11T304-E-UR;T 9325	AÇO	5	31/08/2020	R\$ 19,00	2	2	R\$ 38,00	3	R\$ 95,00

Figura 4: Controle de estoque dos insertos.

(Fonte: Autor, 2020)

Nos armários de gaveta, figura 5, foram dispostos os suportes e insertos, que juntos formam a ferramenta de corte dos tornos convencionais e CNC e Centros de Usinagem. Anteriormente, todos os insertos eram armazenados em um armário, onde todos os colaboradores tinham acesso, ou seja, não havia controle de estoque, e como é trabalhado com o sistema de consignado, o vendedor vem até a empresa mensalmente e faz a contagem do que foi usado.

Com a implementação do novo sistema de controle de inserto, sendo adicionado nas gavetas do armário caixas que separam e classificam os tipos de insertos. Da análise da figura 5, é possível observar como ficou a separação. Em cada gaveta ficou armazenado um tipo de inserto, torneamento ferro fundido, torneamento aço, fresamento, que são pastilhas usadas em cabeçotes no centro de usinagem, corte canal, representados pelos bedames. Na última gaveta ficam armazenados os suportes internos para torno CNC.



Figura 5: Armários com gaveta.

(Fonte: Autor, 2020)

No armário ao lado, são armazenados os suportes externos para torno CNC e suas buchas para fixação, sendo separados por classe de insertos e espessura de ferramenta, ficando específico para cada tipo de máquina, facilitando sua localização.

Foi possível obter um controle melhor sobre o consumo, classificação e controle dos insertos. O mesmo se aplica aos suportes internos e externos, ficando a cargo do colaborador responsável pelo almoxarifado controlar a entrada e saída dos suportes e insertos, sendo todos catalogados em planilha no software Excel e explicitado um estoque mínimo para reposição, melhor administração dos custos e rentabilidade das peças fabricadas.

Com a melhoria da organização do almoxarifado, o acesso às informações foi facilitado, sendo desenvolvida uma nova ordem de produção, onde foi adicionado tempos de produção, ferramentas utilizadas e todas as etapas em que cada peça passa dentro do setor de usinagem.

A Figura 6, mostra o cabeçalho, processos e tempos de produção. O código refere-se ao código interno de produção, sendo esse omitido a pedido da gerência. A descrição nada mais é que o “nome” da peça e o código original; é o número do modelo original que está armazenado no arquivo de peças. Também fica especificada a data de produção, lote mínimo e quantidade de peças que entrou em produção no setor de usinagem.

		ORDEM DE PRODUÇÃO				Nº OP :	1	2	3	4
						Nº DO PROGRAMA				
						61.0				
CÓD. DA PEÇA:						DATA DE PRODUÇÃO		LOTE MÍNIMO		0
DESCRIÇÃO		MANCAL DO EIXO DA RODA								
Nº ORIGINAL						QUANTIDADE				0
TEMPO DE SETUP CNC :	00:50:00	TEMPO TOTAL DE USINAGEM OP CNC:	00:07:41	TEMPO DE TROCA	00:00:35	TEMPO DE USINAGEM CNC :	0:50:00			
TEMPO DE SETUP CNC :	01:00:00	TEMPO TOTAL DE USINAGEM OP CNC:	00:05:56	TEMPO DE TROCA	00:00:30	TEMPO DE USINAGEM CNC :	1:00:00			
TEMPO DE SETUP CENTRO	00:45:00	TEMPO TOTAL USINAGEM OP CENTRO:	00:02:11	TEMPO DE TROCA	00:00:45	TEMPO USINAGEM CENTRO:	0:45:00			
TEMPO DE SETUP FRESA	00:45:00	TEMPO TOTAL USINAGEM OP FRESA:	00:01:40	TEMPO DE TROCA	00:00:50	TEMPO USINAGEM FRESA:	0:45:00			
OBS: MARCAR INÍCIO FIM E QUANTIDADE USINADA EM CADA ETAPA							TEMPO TOTAL USIN.		2:35:00	
TURNO	F	MAQUINA	NOME				QUANT.	REFUGOS	PROD.HORA CNC	7
				HR INICIO SETUP	HR FINAL SETUP	___/___/___			PROD.HORA CENTRO	9
				HR INICIO SETUP	HR FINAL SETUP	___/___/___			PROD.HORA CENTRO	20
				HR INICIO SETUP	HR FINAL SETUP	___/___/___			PROD.HORA FRESA	24
				HR INICIO SETUP	HR FINAL SETUP	___/___/___			TEMPO F1:	

Figura 6: Cabeçalho ordem de produção.

(Fonte: Autor, 2020)

Abaixo do cabeçalho, ficaram especificadas as fases, que são as máquinas nas quais a peça a ser produzida vai passar até sua finalização, no exemplo são quatro fases, sendo duas no torno CNC, uma no centro de usinagem e uma na fresadora convencional. Após a caracterização das etapas, foi necessário um trabalho manual para obtenção dos dados, que são os tempos de setup, que é o tempo de preparação da máquina para começar a produção, e o tempo de ciclo de máquina, que é o tempo de máquina para a usinagem de uma fase do produto. Esse tempo é obtido pela própria máquina, onde fica indicado na tela o tempo do processo. O tempo de troca do operador, é obtido cronometrando o tempo que o operador leva para trocar uma peça e começar o ciclo de máquina novamente, para isso, foi utilizado um cronômetro padrão, feito cinco medições e obtido a sua média.

A última linha de tempo de usinagem é a somatória do tempo de preparação, tempo de ciclo e tempo de troca para uma peça, isso se transfere para todas as fases de produção, gerando um somatório com o tempo de produção de todas as fases. Adicionando uma quantidade de peças no campo indicado, é gerado um tempo total de fabricação. Esse é um dos principais pontos a serem destacados na ficha, pois com todos os dados coletados é possível fazer uma melhor programação da produção, inicialmente dentro do setor de usinagem, pois com o tempo de produção definido, é possível estimar o momento em que o item ficará pronto.

Abaixo das linhas de processos há a ficha de preenchimento pelos operadores durante o processo produtivo. Nesses campos eles marcam o seu turno, nome, hora de início, hora final, quantidade produzida e refugos. Com esses dados podemos comparar a produtividade destes, em relação ao tempo de produção padrão indicados nas fases de produção.

[illegible]

Figura 7: Ordem de produção.

(Fonte: Autor, 2020)

A Figura 7 mostra as ferramentas utilizadas nas operações. Sua função é especificar para o responsável do almoxarifado as ferramentas a serem separadas no momento da preparação da máquina, deixando organizado todos os itens necessários para a produção do item selecionado. Isso influencia no tempo de preparação, pois o programador não precisa se deslocar e procurar as ferramentas necessárias, tudo estará em suas mãos. Há também um campo de observações, frequência de conferência de medida, variando conforme cada item.

Realizou-se a informatização dos dados coletados, onde ficaram organizados em um controle técnico, em que cada item consta o seu desenho técnico, ordem de produção e histórico da peça.

O resultado de todo esse trabalho é uma maior agilidade no processo de preparação de máquina e principalmente para o PCP, onde foi possível realizar uma melhor programação dos itens a serem produzidos, aumentando a desempenho e

disponibilidade de máquina, pois com a estimativa de produção dos produtos o tempo de máquina ociosa tende a cair, aumentando a produtividade do setor como um todo.

Para validar as ações tomadas, foi proposta a utilização da ferramenta Overall Equipment Effectiveness (OEE) como indicador de desempenho global do setor para localizar as oportunidades de melhoria dentro do processo produtivo, levando em consideração três índices: disponibilidade, eficiência e qualidade.

A coleta dos dados foi efetuada por meio das novas ordens de produção explicadas acima. Com os tempos padrão de produção das peça, foi possível a comparação com o tempo real de produção indicado pelos operadores. Seu apontamento foi efetuado através de uma planilha eletrônica, mostrada na Figura 8, e sua somatória dos tempos reais, relacionado com os tempos teóricos de produção. Com a análise e cálculo de cada variável do OEE, baseado nas fórmulas mostradas no referencial teórico foram identificadas as principais deficiências do processo produtivo. A coleta e análise dos dados foi efetuada nos meses de junho, julho, agosto e setembro do ano de 2020 e verificado se as ações organizacionais efetuadas influenciaram ou não nos indicadores de desempenho.

MÊS	PEÇA	TEMPO SETUP			TEMPO USO MAQUINA				PROD. IDEAL	TEMPO IDEAL	REFUGO
QUAT.		HR INICIO	HR FINAL	TOTAL	HR INICIO	HR FINAL	TEMPO USO	TEMPO TROCA			
77	ENGRANAGEM Z12 30MM	0:00:00	0:00:00	0	13:18:00	14:05:00	47	0:00:37	48	0:00:59	
98	BUCHA DA TRAVA	10:25:00	10:42:00	17	10:50:00	11:50:00	60	0:00:37	129	0:00:28	
36	RODA COMIL			0	8:02:00	10:00:00	118	0:03:17	38	0:03:08	
14	VALVULA CENTRAL	14:36:00	15:25:00	49	7:10:00	8:10:00	60	0:04:17	14	0:04:09	
19	PARAFUSO DA VALVULA CENTRAL	14:40:00	16:10:00	90	13:45:00	14:20:00	35	0:01:51	21	0:01:42	
54	CRUZETA			0	11:30:00	13:07:00	97	0:01:48	39	0:02:30	
5	PINHAO LATERAL	7:20:00	8:57:00	97			0				
118	PINHAO LATERAL			0	7:10:00	10:55:00	225	0:01:54	101	0:02:14	
100	ENGRANAGEM Z12 30MM	7:00:00	7:58:00	58	8:36:00	11:00:00	144	0:01:26	105	0:01:22	
23	ENGRANAGEM Z12 30MM	11:18:00	11:39:00	21	11:45:00	12:02:00	17	0:00:44	17	0:00:59	
33	PORCA DO FUSO	13:15:00	13:59:00	44	14:10:00	15:35:00	85	0:02:35	50	0:01:42	
49	CIS ENGRANAGEM	8:20:00	9:50:00	90	10:00:00	11:37:00	97	0:01:59	63	0:01:32	2
20	PINHAO LATERAL	13:45:00	14:07:00	22	14:50:00	15:40:00	50	0:02:30	21	0:02:21	
19	POLIA			0	9:26:00	13:01:00	215	0:11:19	14	0:15:05	
6	POLIA			0	14:25:00	15:49:00	84	0:14:00	6	0:15:05	
1	MANCAL DO CILINDRO	12:05:00	12:20:00	15			0				
7	ROSCA CANO BEBEDOURO	8:17:00	9:25:00	68			0				
1	VALVULA DA VARETA	11:34:00	12:22:00	48			0				
2	BUCHA BRAÇO SUBSOLADOR	13:20:00	14:14:00	54			0				
4	PINHAO	8:00:00	9:59:00	119			0				

Figura 8: Apontamentos para cálculo do OEE.

(Fonte: Autor, 2020)

Ao analisar o índice de disponibilidade, Gráfico 1, o mês de junho teve um valor de 34,59%, caindo para 25,58% no mês seguinte. Já nos meses de agosto e

setembro foi identificada uma alta nos índices, subindo para 45,31% e 50,63% respectivamente. Com a melhor programação da produção, devido a informatização dos processos de fabricação e estimativa de tempos, houve um melhor uso das máquinas dentro do setor. Ainda que os valores encontrados estejam longe do ideal, que é 90%, ficou claro que com as mudanças implantadas e um bom estudo dos itens a serem produzidos, é possível atingir números superiores e com boa qualidade de fabricação.

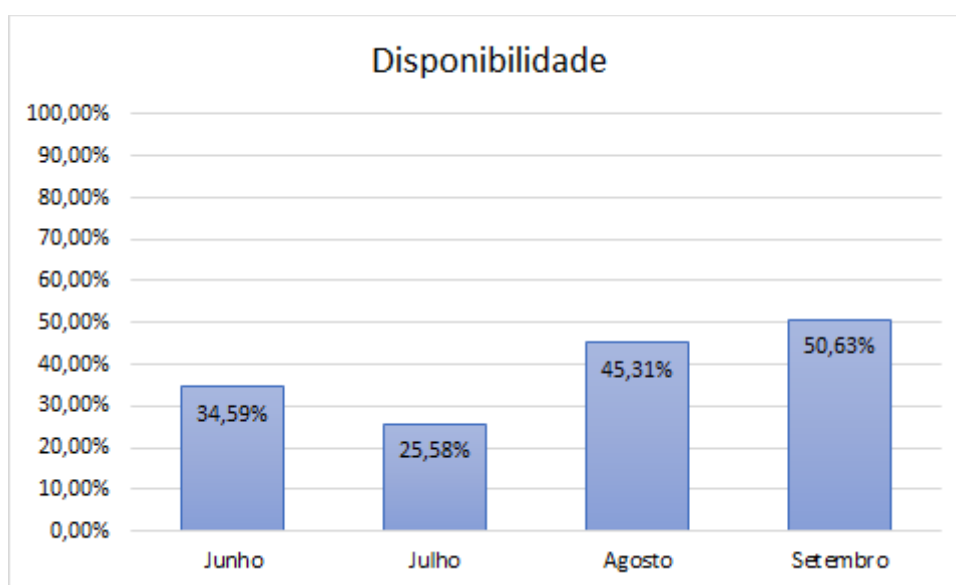


Gráfico 1: Comparação da disponibilidade.

(Fonte: Autor, 2020)

Na Gráfico 2, tem-se os índices de performance do processo produtivo, onde é levado em consideração o tempo teórico para a fabricação do item, e o tempo real do produto fabricado. Foi observado que o mês de junho teve uma performance de 66,21%, ou seja, em comparação com o tempo teórico de fabricação, os programadores e operadores foram 33,79% mais lentos, número parecido com o encontrado em julho, que foi de 66,0%. A partir de agosto houve uma melhora significativa, seguindo o mesmo padrão do índice de disponibilidade, foi obtido um valor de 73,55%, aproximadamente 7,5% maior que o mês anterior. Com a separação correta das ferramentas, ordem de produção e PCP, o tempo de preparação das máquinas caiu, melhorando a performance geral do setor.

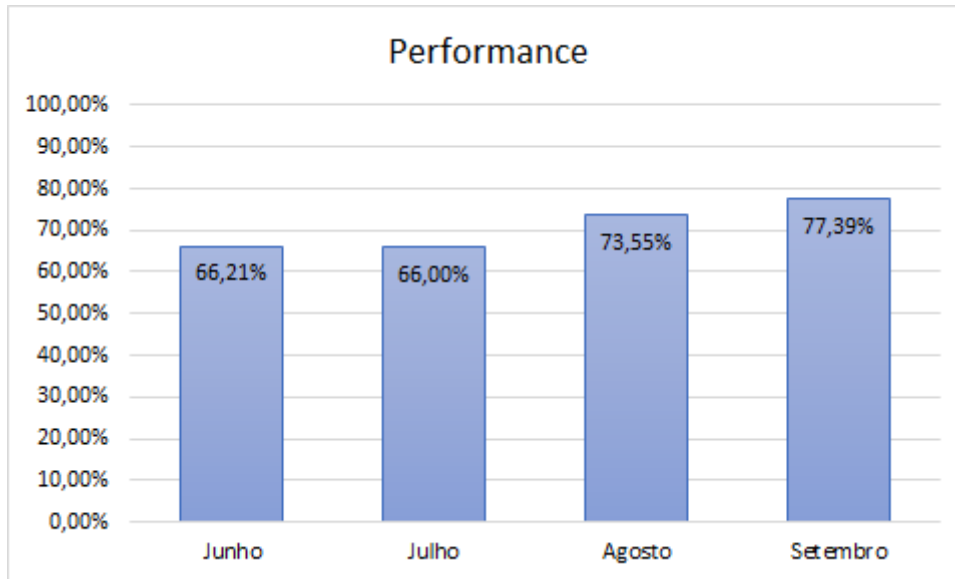


Gráfico 2: Comparação da performance.

(Fonte: Autor, 2020)

Ao saber o que vai entrar na linha de fabricação e ter as ferramentas para usinagem separadas, houve uma maior confiança por parte dos programadores e operadores, como resultado, em setembro foi alcançado um valor de 77,39%, valor este longe do ideal, que é de 95%, mas em comparação com o primeiro mês analisado, obteve um aumento de 11,18%, um valor significativo no processo.

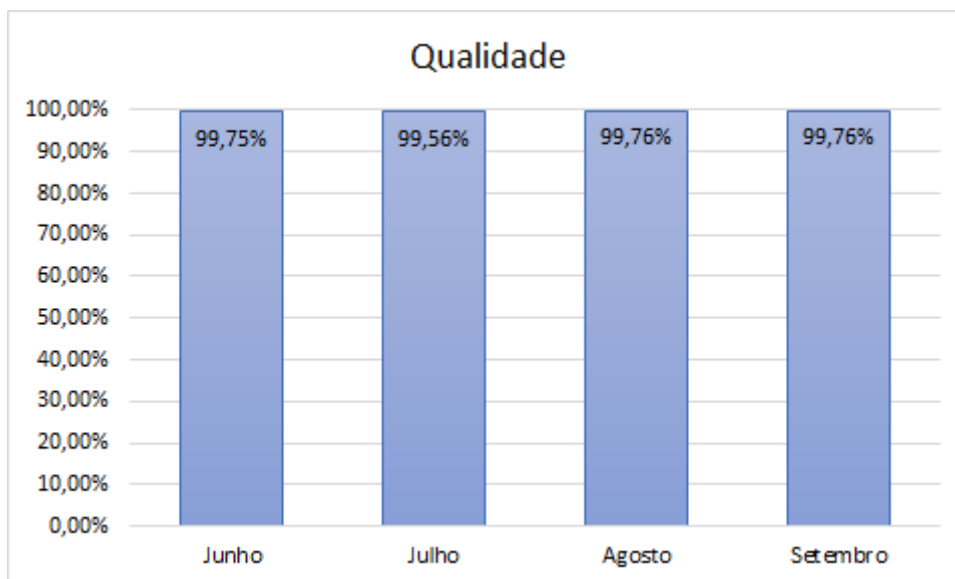


Gráfico 3: Comparação da qualidade.

(Fonte: Autor, 2020)

O índice de qualidade, Gráfico 3, que mostra a porcentagem de peças em condições de cumprir sua função requerida após a usinagem, obteve um valor praticamente estável durante dos quatro meses de análise, variando apenas 0,20% durante os meses. Fica claro que as mudanças organizacionais, por mais simples que sejam, impactaram diretamente na disponibilidade e performance do setor, mantendo o nível de qualidade das peças usinadas.

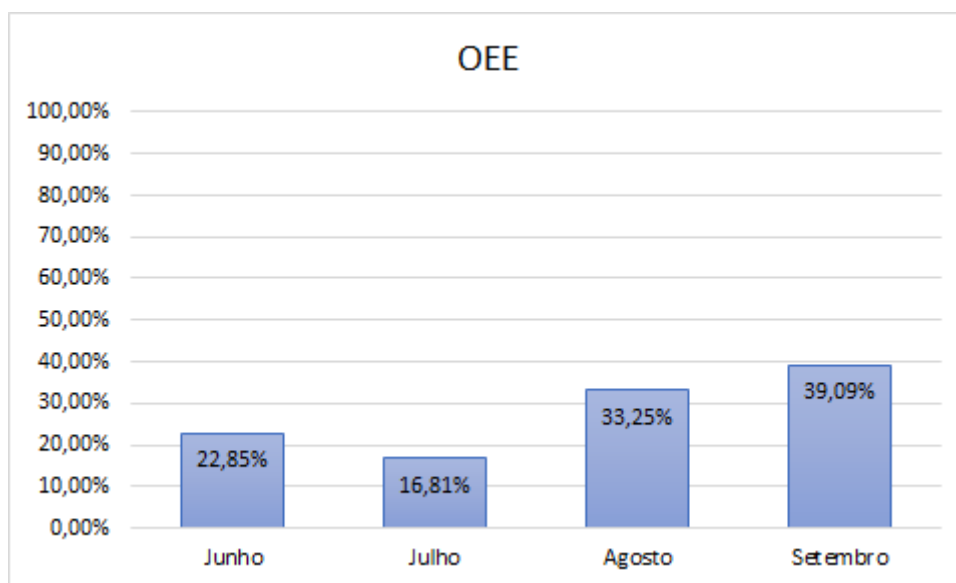


Gráfico 4: Comparação do indicador OEE.

(Fonte: Autor, 2020)

Já o indicador geral mostra-se muito abaixo dos 85%, que seria o valor ideal, conforme Gráfico 4, sendo o maior valor obtido no mês de setembro, 39,09%, impulsionado principalmente pelo índice de disponibilidade que por mais que tenha apresentado alta, ainda permaneceu em patamares insatisfatórios. O baixo índice de disponibilidade tem como suas principais causas a falta de demanda, manutenção corretiva nas máquinas e falhas de operação, que ficavam mascaradas durante o processo produtivo, e que foram evidenciadas com o OEE, sendo uma importante ferramenta para mostrar, com números, a real situação produtiva e os pontos que precisam ser melhorados para atingir índices satisfatórios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo diminuir o tempo de máquina parada no setor de usinagem de uma indústria de peças agrícolas. Para isso foram empreendidas várias ações de melhoria do setor, principalmente sua organização administrativa para que tenha retorno no chão de fábrica, trabalhando junto com a produção e gerência, para que a tomada de decisão tenha embasamento em dados.

A estruturação e informatização das ferramentas, que passou a ser controlada por um sistema em planilha eletrônica, mostrou-se efetiva para um melhor gerenciamento das ferramentas e insertos, sendo possível observar nos dados do OEE uma melhor performance produtiva, que é um dos reflexos de um maior controle ferramental, demandando menos tempo de procura das mesmas no momento da preparação das máquinas.

A aquisição dos tempos de usinagem para a parametrização do tempo total de produção foi adequada e sua informatização importante para a programação da produção, onde pôde-se entender melhor o processo produtivo e indicar o que será produzido em cada máquina, visando uma maior eficiência do processo, além de possibilitar a análise das decisões com dados verdadeiros, sem mascarar a produção.

Como limitante, observou-se a dificuldade de aquisição dos tempos das máquinas convencionais, onde muitas vezes ocorriam dois serviços ao mesmo tempo, precisando de um segundo lote de peças para a total parametrização dos processos de usinagem.

Um dos itens mais importantes da nova ordem de produção é a organização das ferramentas utilizadas, sendo possível uma agilidade maior dos programadores para liberar as máquinas para produção. Com um PCP melhor e a informação presente, pôde-se separar as ferramentas utilizadas nos processos, sem a necessidade de os programadores procurarem pelas mesmas, o que impactava negativamente nos tempos de programação.

Tendo em vista a melhoria da disponibilidade de máquina, a aplicação do OEE indicou valores importantes para o setor e foi possível observar a influência das medidas tomadas nos indicadores apresentados, ficando claro o aumento da disponibilidade e performance do processo produtivo.

Pôde-se notar que mesmo com um aumento da disponibilidade, ainda se está longe dos valores ideais indicados na literatura, sendo o OEE de suma importância para a sequência de melhorias no setor. Ficou claro também que o principal agravante da baixa pontuação é a falta de demanda ocasionada pelo mal planejamento do processo produtivo.

Por fim, os indicadores do OEE abrem caminho para uma série de ações, fundamentadas no TPM, em que cada ponto estruturado reflete positivamente no processo, e se bem avaliado, é possível chegar a uma maior eficiência produtiva, ocasionando um maior lucro para a instituição.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Criar um sistema para a Programação da Produção, utilizando os tempos coletados na pesquisa.
- Analisar separadamente as máquinas do setor, visando a melhoria de custo e processos.
- Utilizar métodos alternativos ao OEE para o levantamento das causas das perdas de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESTA, E. Y. T.; PRABOWO, H. A.; AGUSMAN, D. **Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance**. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018.

BELHOT, Renato V. **Planejamento e controle da produção**: projeto e operação de sistemas. Rio de Janeiro: Elsevier, 1ª ed., 2014.

BOEHS, L. **Gerenciamento de Ferramentas e Banco de Dados de Usinagem**. Apostila, Depto. de Eng. Mec. — Universidade Federal de Santa Catarina — Florianópolis, junho de 1994.

BOOGERT, R.M. **Tool management in computer aided process planning**. Utrecht: CIP - Data Koninklijke Bibliotheek, 1994.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo. Editora Atlas, 2004.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2ª ed., 2010.

DINIZ, Anselmo E. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. São Paulo: editora Artliber, 7ª ed., 2010.

FAVARETTO, A.S. **Estudo do gerenciamento de ferramentas de corte na indústria automotiva de Curitiba e região Metropolitana**. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

FERRARESI, D. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo: editora Blucher, 1ª ed., 1970.

GOLDONI, A. R. **Relação entre o segmento de usinagem da cadeia automotiva e os fornecedores de ferramentas de corte dentro do contexto da produção automobilística brasileira**. São Bernardo do Campo, 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Metodista de São Paulo.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas. 2006.

LJUNGBERG, O. **Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities.** International Journal of Operations and Production Management, v. 18, n. 5, p. 495-507, 1998.

MACHADO, Álisson R. **Teoria da usinagem dos materiais.** São Paulo: editora Blucher, 2ª ed., 2011.

MASINE, T. **Improving productivity through tool tracking.** University of Dundee, UK, 1998.

NAKAJIMA, S. **TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance.** Productivity Press. Portland: OR, 1989.

PANDEY, R. N. D. S. Implementing TPM by doing RCA. **International journal of advanced research in science, engineering and technology**, v. 3, n. 2, 2016.

SANTOS, P. V. S. **Aplicação do indicador overall equipment effectiveness (oee): um estudo de caso numa retífica e oficina mecânica.** Brazilian journal of production engineering, 2018.

SHARMA, A. K.; SHUDHANSHU; DHARDWAJ, A. Manufacturing performance and evolution of TPM. **International Journal of Engineering Science and Technology**, v. 4, n. 3, 2012.

SOUZA, M. C. M.; Cartaxo, G. A. A. **Aplicação do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) em uma indústria fornecedora de cabos umbilicais.** XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016.

STRAPAZZON, R.; FERNANDES, G.; CARVALHO, A.; JUNIOR, J. A. G. **Análise da implantação do planejamento e controle da produção em uma indústria de metal mecânico do sudoeste do Paraná.** Bento Gonçalves, 2012 – XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. **Os desafios da competitividade industrial em 2015**, 2016. Disponível em <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=3277#.X6XOUghKjIU>> acesso em 03 de novembro de 2020.