



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia de Manutenção 4.0



DIEGO BATISTA PEREIRA
MARLON CÉSAR CARZINO

BYE SYSTEM – SISTEMA DE VISÃO COMPARATIVO PARA
MEDIÇÃO DE PEÇAS DE DESGASTE

CURITIBA
2023

DIEGO BATISTA PEREIRA
MARLON CÉSAR CARZINO

**BYE SYSTEM – SISTEMA DE VISÃO COMPARATIVO PARA
MEDIÇÃO DE PEÇAS DE DESGASTE**

Monografia apresentada para obtenção do grau
de Especialista em Engenharia da Manutenção.
Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de
Tecnologia, Departamento de Engenharia
Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA
2023**

RESUMO

No ambiente Industrial as Máquinas Operatrizes são parte inerente dos processos de fabricação, e nelas, diversos componentes mecânicos sofrem esforços dos mais diversos tipos, ocasionando desgastes muitas vezes prematuros, devido às falhas tanto de materiais utilizados quanto má conservação, ou também, o desgaste natural, atingindo seu tempo de vida útil. Estes desgastes, na maioria das vezes, não são percebidos pelo time de manutenção, ou pior, quando há intervenções da equipe para investigação subjetiva das medidas, porém as condições dos componentes levam a uma decisão errônea diante da necessidade de ação, tendo como exemplo a troca imediata ou programada destes componentes. Essa subjetividade é muito atrelada à experiência do colaborador, mas influenciada diretamente à diversos fatores humanos, que dificilmente são passíveis de mitigação. O BYE SYSTEM traz uma proposta para solucionar a subjetividade da avaliação de componentes de desgaste, pois é uma ferramenta diretamente aplicável pelo corpo técnico da manutenção durante as análises e atividades do dia a dia. O projeto sugere a utilização de uma câmera de alta resolução, a qual será capaz de comparar até um centésimo de milímetro entre uma imagem do banco de dados e a imagem em tempo real. A partir desta análise o software devolve como resultado a necessidade ou não da troca. Com a frequência das análises, é possível, por Inteligência artificial, determinar se pelo desgaste apresentado onde estão as causas raízes da aceleração do desgaste. Por ser uma proposta de elaboração de produto ainda não obtivemos testes práticos validando os resultados.

Palavras-chave: Manutenção, comparação, imagens, engenharia mecânica, máquinas ferramenta, máquinas operatrizes, inteligência artificial, pixels, LIDAR, ToF, Fov.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: CURVA PF DA MANUTENÇÃO	7
--	---

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	5
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	6
1.3. JUSTIFICATIVA.....	7
1.4. HIPÓTESE.....	8
1.5. OBJETIVO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. SISTEMAS DE VISÃO	9
2.2. SISTEMA LIDAR.....	10
2.3. SISTEMA TOF	11
2.4. SISTEMA FOV	12
2.5. BYE SYSTEM.....	13
2.6. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	14
3. CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A transformação da sociedade no decorrer dos séculos, diante de sua cultura e necessidade, teve influência direta nos processos produtivos e ocasionando uma evolução inevitável na indústria. Ao analisar esta linha do tempo percebe-se 4 grandes elementos acionadores, sendo estes as revoluções industriais, que se tornaram membros imprescindíveis para o crescimento econômico, tecnológico e social.

Tais revoluções trazem consigo inovações disruptivas, mudanças que evidenciam tamanho crescimento vivenciado atualmente. Citando o período anterior a 1º Revolução Industrial, todos os processos de produção se firmavam em trabalhos artesanais e com auxílio da força de tração animal. Com a chegada desse primeiro período, tendo como pilar à máquina a vapor, a produção fabril conseguiu suprir as demandas da sociedade naquele dado momento. Seguindo para 2º Revolução Industrial, trouxe consigo metodologias eficientes de produção em massa para suprir o consumo de um mercado diversificado, destacando-se assim com os seguintes alicerces, a eletricidade, o aço, o petróleo e os meios de comunicação. Neste segundo período iniciou-se a substituição de maquinários movidos a vapor para motores acionados por eletricidade, o desenvolvimento de aço com baixo teor de carbono e de alta resistência mecânica, a criação do ciclo Otto que permitiu a utilização de petróleo como combustível e por fim, a utilização de telégrafos para compartilhar informações.

Diferentemente aos dois marcos anteriores a 3º Revolução Industrial chega a passos largos, devido a facilidade e velocidade das trocas de informações, estreitando laços sociais, econômicos e tecnológicos. Neste curto período a fundação se deu através da utilização de várias fontes energéticas, automação dos processos e utilização de robôs, como também máquinas computadorizadas. Por fim, o quarto e atual período, sendo este a 4º Revolução industrial, baseada na digitalização do ambiente fabril, ou seja, conexão com todos equipamentos e componentes internos de uma planta produtiva, sendo capaz de criar uma rede inteligente e autônoma, para tomada de decisões diante a produção.

Percorrendo a mesma linha do tempo, passando por todos estes intervalos das revoluções industriais, um item em específico passou por aperfeiçoamento, melhorias e transformações, porém o nome permanece o mesmo, são as Máquinas Ferramentas. As mesmas são definidas como um equipamento que desempenha funções

facilitadoras para a produção em grande escala, e estão presentes nos diversos ramos da indústria, onde encontram-se dentro das fábricas alimentícias, de higiene e beleza, farmacêutica, metal mecânica, dentre outras mais. Tal nomenclatura dada a este item se difunde e são chamadas também de máquinas Operatrizes e Motrizes.

Diante dos mais diversos processos e ramos de fabricação, este estudo será direcionado para a indústria metal mecânica, em que poderemos exemplificar como tais maquinários possuem sua serventia citando inicialmente ações simples e habituais, como o corte, a modelagem e o acabamento de peças. Estes tipos de máquinas são compostos basicamente por sistemas Elétricos, Pneumáticos e/ou Hidráulicos, com movimentos variados: horizontais, transversais e verticais, assim como movimentos angulares. Devido às características construtivas destes equipamentos, é inevitável que partes mecânicas apresentem desgastes tanto pelo período de uso em serviço, sendo o tempo de vida útil, quanto por deterioração antecipada, em virtude das diversas condições expostas pela produção.

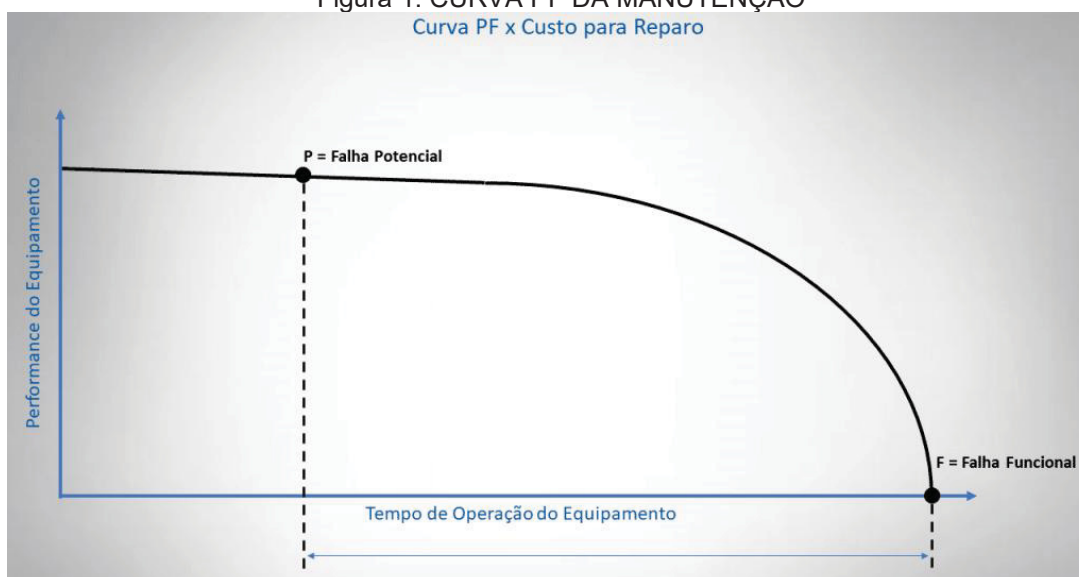
Conduzindo um somatório de ideias da necessidade industrial atual, como produção enxuta e em alta escala, máquina ferramenta, vida útil, desgaste, troca e indústria 4.0, este trabalho será destinado a criação de mecanismos que auxiliarão a equipe de manutenção no campo de trabalho.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A degradação das peças mecânicas de máquinas ferramentas transporta consigo diversas perdas que podem ocorrer instantaneamente ou ao longo do tempo, resultando em perdas produtivas e financeiras. Tais desgastes muita das vezes não são percebidos pelo time de manutenção e este problema somado ao tempo acarretará falhas em componentes, ou até mesmo na peça produzida, impedindo assim a execução da função da máquina e qualidade do produto.

Essas falhas podem ser tanto Falhas Potenciais, quando a função da máquina não é totalmente interrompida, mas comprometida, ou Falhas Funcionais, quando o problema interrompe a condição produtiva da máquina funcionalmente, conforme indica o gráfico a seguir:

Figura 1: CURVA PF DA MANUTENÇÃO
Curva PF x Custo para Reparo



Fonte: Engeteles (2023)

Direcionando para o departamento de Manutenção, destaca-se o fator de “tempo de máquina parada”, sendo este um dos maiores desafios atrelados ao custo dentro do previsto. Com isso, evitar uma parada potencial e funcional dentro das despesas calculadas exige as melhores ferramentas. A análise rápida de desgastes das peças mecânicas contribui e muito nos resultados da manutenção, e um equipamento que possa fazer este tipo de estudo viria de encontro a essa necessidade atual.

Desse modo, a fim de reduzir ou até mesmo eliminar tempo de parada de máquina, somados a toda bagagem atrelada a este item, tal trabalho traz uma nova tecnologia, um mecanismo, com intuito de auxiliar o departamento de manutenção em suas tomadas de decisões.

1.3. JUSTIFICATIVA

Atualmente a competitividade na indústria tem como fatores fundamentais a eficiência no processo produtivo, alta qualidade do produto e redução de custos, como também eliminação dos desperdícios. Tal rivalidade na Indústria intima todos os departamentos produtivos, administrativos e operacional, a terem o maior número de recursos implantados, sendo estes: financeiros, de comunicação ou de trabalho humano, para assim elevar a eficácia. Percebe-se assim uma nova organização para

gerir os ativos, no qual firma-se a necessidade de sinergia de todos envolvidos no processo operacional.

Ao se abordar questões de falhas, paradas, desperdícios e custos, não pode-se deixar de evidenciar a quarta geração da manutenção vivenciada atualmente, no qual exige maior disponibilidade e confiabilidade da maquinaria, maior segurança, melhor qualidade dos produtos, ausência de danos ao meio ambiente, maior vida útil dos equipamentos e por fim custo eficaz.

Devido aos requisitos impostos atualmente, houve tamanho crescimento em novos conceitos e técnicas de manutenção. Tais desenvolvimentos abrangem ferramentas de suporte às decisões, como estudo de risco e modos de falha, além disso, monitoramento das condições e a capacidade de flexibilidade dos líderes envolvidos.

O desafio desse trabalho em suma visa difundir um mecanismo apropriado ao processo produtivo, entendendo e lidando com a real necessidade, bem como ser econômico e duradouro.

1.4. HIPÓTESE

As tecnologias disponíveis às equipes de Manutenção, ainda não atendem cem por cento das necessidades no dia a dia, pois a melhor aplicação deve ser capaz de analisar peças instaladas na máquina sem a necessidade de uma desmontagem para o estudo de caso. Logo, como atualmente os *scanners* necessitam de uma área estabelecida para coletar dados das medidas, torna-se inviável retirar peças mecânicas das máquinas ferramenta e fazer a medição, caso a peça ainda esteja em condições de uso, remontar a operação original, liberando assim o maquinário para cumprir suas funções de produção.

A solução proposta no trabalho atual, oferece a possibilidade de fazer essa medição na máquina, com o mínimo de desmontagens mecânicas possíveis, apenas de acessos no local de atuação.

O software de visão atrelado aos dados coletados e modelos matemáticos, permite realizar levantamentos de falhas e gerando padrões de confiabilidade. Ressaltando o ponto que o software sozinho não traz consigo a melhoria, sendo primordial executar certo as ações certas de manutenção, sendo eficaz no termo

trabalho humano. Sabe-se que a falha avisa quando começa a ocorrer, então ter ações humanas de decisão são fundamentais para solução e erradicação do problema.

1.5. OBJETIVO

O trabalho traz uma solução para Manutenção que elimina a subjetividade da análise de desgastes das peças mecânicas em Máquinas Ferramentas, em que o mantenedor define se há necessidade, ou não, da troca do componente, implicando diretamente no tempo de máquina parada, *Backlog* de Manutenção e Custos com *Spare Parts*.

Como já mencionado em tópicos anteriores, a comunicação com os demais departamentos produtivos, a flexibilidade de ideias e aceitação de novas metodologias, gera automaticamente um processo de gerenciamento de risco em que a comunicação deve enfatizar questões relativas ao risco e suas consequências, sabendo realizar a avaliação, identificação, tratamento dessa ameaça, para assim obter um monitoramento contínuo. Seguindo para flexibilidade e aceitação do novo, cabe aos atuais líderes incentivarem e proporcionar aos colaboradores a ideia da inovação, quebrando protocolos engessados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SISTEMAS DE VISÃO

Sistema de visão é uma técnica de aplicação na indústria, destinado geralmente à garantia e controle de qualidade, onde tem como auxílio a linguagem computacional. A tecnologia foi introduzida no Brasil por volta de 1980 utilizando técnicas de comparação de imagem, obtendo resultados razoáveis, porém nem sempre precisos. Por volta de 1990 foram introduzidas técnicas de processamento de imagens baseados em extração de dados numéricos das características existentes nas imagens captadas. Tendo como exemplo a área de um círculo ou furo.

Dentre as aplicações mais comuns de sistemas de visão estão a inspeção em produtos farmacêuticos, semicondutores (chips, conectores), averiguação de peças automotivas, dentre outros mais.

Cabe ressaltar que sistemas de visão não “enxergam” da mesma maneira que os humanos, tal modelo processa em pixels de imagens para assim extrair informações e dados, onde com o auxílio de referências humanas, tomarão decisões diante a

qualidade do produto em questão. Até hoje os sistemas de visão não podem se igualar à adaptabilidade e compreensão humanas, apesar de serem muito mais rápidos e precisos. Portanto, tais modelos são aplicados onde a aceitação ou reprovação de produtos não se baseia em atributos subjetivos ou não mensuráveis. A seguir, em ordem numérica, será descrito como é constituído tal tecnologia:

1. Uma ou mais câmeras, podendo ser digitais ou analógicas, coloridas ou monocromáticas;
2. Óptica, uma ou mais lentes para o correto condicionamento de imagem.
3. Iluminação, para realçar os atributos desejados.
4. Interface de transmissão/digitalização de imagens (conhecido como “framegrabber”). Pode-se utilizar uma interface de transmissão como firewire ou USB.
5. Processador (geralmente baseados em PCs), ou DSPs (processadores digitais de sinais).
6. Software para processar as imagens e detectar as características relevantes.
7. Sensor de sincronismo para a detecção de peças e (para o disparo da captura de imagem).
8. Dispositivos de E/S (entrada e saída, ou I/O), para a interação com partes mecânicas como atuadores pneumáticos.

Em seguida será apresentado os modelos mais modernos de sistema de visão, com suas principais características e aplicações. (WIKIPEDIA, 2023)

2.2. SISTEMA LIDAR

O a sigla “LIDAR” representa as iniciais das seguintes palavras, *Light Detection and Ranging*, que em português significa detecção e alcance de luz. De forma sucinta, o mesmo desempenha a função de emissão de feixes de luz e captura destes mesmos raios luminosos refletidos. Exemplificando com aplicações cotidianas no dia a dia, são medidores de nível em tanques de grande porte, em sua maioria líquidos, pois com o tempo de retorno do feixe refletido pode-se calcular a distância entre o líquido e o sensor, do mesmo modo de funcionamento, tem-se os radares a laser, no qual podemos verificar a velocidade do automóvel.

Este sistema possui quatro elementos primordiais para seu funcionamento sendo: o emissor de laser que lança luz infravermelha, o scanner que distribui e regula a velocidade, assim como calcula a distância que estes feixes de luz se propagam. Seguidos pelo sensor LIDAR que registra cada pulso de retorno da reflexão, medindo assim a profundidade superficial, e por fim o GPS, que acompanha e registra a localização do sistema, como também ajuda a validar a distância dos objetos.

Importantíssimo ressaltar o componente Scanner desta tecnologia, sendo este capaz de repetir sua atividade milhões de vezes por segundo, constituindo uma gama gigantesca de pontos e suas determinadas localizações, podendo assim criar um mapeamento 3D em tempo real, com informações espaciais altamente precisas. (TECNOBLOG, 2023)

2.3. SISTEMA TOF

O sistema TOF possui o mecanismo de funcionamento semelhante ao LIDAR, o qual pode medir distâncias e velocidades apenas com a emissão e reflexão de um feixe de luz. Trazendo uma aplicação habitual e no alcance das mãos, pode-se citar o reconhecimento facial dos celulares e outra como nova tendência, a realidade aumentada, sendo usada para posicionar objetos virtuais no mundo real com mais precisão, exemplificando a demonstração de apartamentos mobilhados para clientes em grandes construtoras. (EPFL, 2023)

Tal técnica de atuação de emitir e capturar é conhecida como *Time of Flight*, ou tempo de voo, em que o intervalo de tempo de viagem da luz sendo diretamente proporcional à distância entre a câmera e o objeto. Neste sistema há a composição de três componentes, o módulo de iluminação, no qual um led emite luz, somado ao módulo de sensor Tof no qual coleta os dados e convertendo os mesmos em profundidade, e por último, o processador de profundidade, que gera o mapa de profundidade.

A diferença primordial entre o sistema Tof e LIDAR seria a distância para reconhecimento do objeto, sendo o LIDAR muito superior, por exemplo, em atuações de ambiente interno, variando de 2 a 10m, já para locais abertos tendo habilidade de reconhecimento de até 200m, e em relação monetária, detém alto custo de aquisição. Em contra partida, o modelo Tof, detém tamanha precisão e rapidez, visto que variações de temperatura, pressão ou umidade não afetam seu funcionamento, assim

como é encontrado na maioria dos celulares disponíveis no mercado. (TECNOBLOG, 2023)

2.4. SISTEMA FOV

Dentro das tecnologias de captura de imagem, há uma opção que também se aplica às medições industriais, porém baseados em outro conceito, sem os sensores laser, conforme apresentado anteriormente. São os sistemas de Campo de Visão (*Field of view*), este sistema utiliza sensores e softwares específicos, somado a um recurso diferenciado, que são as lentes telecêntricas. (EVIDENT, 2019)

Sistemas com as lentes convencionais detêm um grande problema, sendo este a distância da lente até o objeto a ser medido, tal espaço mensurado entre estes dois pontos é equivalente a maior distância coletada, devido tamanha proporção pode ocasionar uma distorção na imagem final, afetando a precisão do resultado. O conceito FOV se diferencia neste problema citando, em que é aplicado o aumento do campo de visão do dispositivo para captura da imagem, e como passo subsequente, planifica todos os pontos coletados, ou seja, traz do 3D para 2D, evitando assim que haja distorções nas Regiões de Interesse, também conhecidas como ROI. Sendo assim, com um plano mais amplo, a necessidade de movimentações manuais dos componentes a serem medidos também diminuem, pois pode-se aumentar a quantidade de itens a serem medidos simultaneamente, ou até para peças maiores, sem o risco de distorções ou erros de medição. (VISIONENG, 2022)

Além da eliminação das distorções, o FOV também é um ótimo recurso quando se quer erradicar a deformação de imagem, erros causados pela má escolha do ângulo de foco e pelas incertezas de limite, que são as interferências inadequadas da fonte de luz, somando essas pequenas falhas afetaram a precisão da medição. Logo, pode-se elencar algumas vantagens aos demais sistemas, como: não apresenta distorções, não há paralaxe, não altera a medida com a variação da profundidade do campo de medição, assim como pode ampliar a imagem (*zoom*). (VISIONENG, 2022)

De modo semelhante a todos sistemas, existe os pontos negativos nos quais é necessário descrever, sendo algumas das desvantagens como: alto custo, peso, e dimensão da lente.

2.5. BYE SYSTEM

A sigla “BYE” detém consigo dois grandes significados, em primeiro representa as iniciais das seguintes palavras, *Beyond Your Eyes*, que em português significa “*Além da sua visão*”, ou seja, a busca de melhorias além do raio de alcance da visão humana. Em segundo e não menos importante, denotasse o conceito de “*Adeus*”, dando assim uma saudação de despedida às rotinas engessadas da atual manutenção. Com o intuito de inclusão do departamento de manutenção na inovação 4.0, em que a ruptura dos padrões e protocolos pré-estabelecidos se faz necessária para o crescimento, nasce o protótipo BYE SYSTEM, em que mescla a tecnologia para gerenciamento de dados e a expertise do trabalho humano para tomadas de decisões eficazes.

O modelo BYE é composto basicamente por dois itens, sendo o sistema de visão, com câmeras de alta definição e precisão para captura de imagens dos componentes e elementos das máquinas, seguido por um software, para computar, comparar e gerenciar os dados coletados, e por fim, sendo uma melhoria futura a ser inserida ao sistema, uma inteligência artificial para investigação e determinação de causas raízes do problema através dos dados coletados e arquivados.

Diante as amostras descritas dos sistemas de visões, o modelo que se enquadra na estrutura BYE SYSTEM é o TOF, devido ao fato de apresentar atributos indispensáveis para resolução das dificuldades que encontra-se na indústria metal mecânica. Destaca-se pela imensa precisão de imagem e agilidade de processamento dos dados, além disso, seu desempenho em ambientes severos, com oscilações de temperatura, pressão ou até mesmo umidade não prejudica seu trabalho.

O Software BYE tem como dever comparar imagens do antes e depois, como também abranger de ferramentas nas quais suportem decisões, dito de outro modo, capacidade de entender e compartilhar dados eficazes. Inicialmente para este protótipo BYE, duas ferramentas da manutenção para integrar ao software seria o estudo de risco e modos de falha.

Já como último elemento, a inteligência artificial, um componente futuro a ser agregado no qual pode colaborar com reconhecimento de comportamentos padrões no processo produtivo, determinar decisões baseadas em dados coletados, gerar conclusões eficazes diante ao gerenciamento das informações.

2.6. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Assumindo a necessidade proposta desse trabalho, a qual a tecnologia forneça uma possibilidade de aferição dos componentes e elementos das máquinas ferramentas, com o mínimo de desmontagens, foi selecionado o sistema TOF para complementar a estrutura do modelo BYE. A seguir será compartilhado um exemplo prático, o qual traz consigo todas as características das quais foram fundamentais para escolha do sistema de visão.

O proprietário de uma forjaria mecânica detém em sua planta produtiva apenas máquinas com matriz fechada, com fornecimento de peças a clientes que pode variar de baixo a médio porte. A matriz é um componente da máquina ferramenta, ou seja, uma parte importante do maquinário que fornecerá o formato final de uma peça metálica, mas é importante ressaltar que neste processo as matrizes são submetidas à altas tensões de compressão, elevadas solicitações térmicas e fortes choques mecânicos. Em sua maioria, são feitas de aço liga, forjadas e tratadas termicamente para suportar tamanhos impactos ditos anteriormente, porém em uma linha contínua de produção das peças o desgaste das matrizes são inevitáveis, e erros neste molde danificam diretamente a peça, trazendo consigo um grande desperdício financeiro e de qualidade do produto.

Analisar o procedimento atual relatado percebe-se uma perda monetária significativa, em que se inicia com a manutenção realizando a ordem de serviço, sendo a remoção da matriz após um determinado número de operações, baseado em estudo estatístico de trabalhos semelhantes já realizados, seguido pela atividade de averiguação das dimensões e tolerâncias em bancada, com medições manuais, comparando com o padrão desejado pelo cliente, por fim, é tomada a decisão de troca ou continuação do uso da matriz na linha produtiva. De antemão é aparente dois gastos graves, parada de máquina e tempo de homem hora, que somados durante um período de estudo terá um valor expressivo, seguido pela não qualidade da informação, podendo gerar indicadores errôneos, afetando diretamente a decisão eficaz.

Afim de reduzir tais perdas, o BYE SYSTEM atende tal dificuldade, visto que temperatura e umidade não afetam sua leitura, detém gigantesca precisão e além disso possui características que auxilia o processo, como estar inserido na maioria dos celulares, ou seja, na mão do mantenedor, reduzindo custos com aquisição de equipamentos.

O modelo BYE, neste problema, resume-se em realizar uma leitura da matriz antes de iniciar o processo e após uma série de operações, sem a remoção da mesma, computar e comparar os dados das dimensões e profundidade através de um software, eliminando medições manuais averiguando assim se o componente atende às especificações definidas do projeto. Ao se abrir esta suma descrita anteriormente sobre o BYE nota-se características ímpares para o crescimento do processo produtivo, como as descritas em ordem numérica abaixo:

1. Velocidade na transmissão da informação;
2. Qualidade e confiabilidade de dados coletados;
3. Gerador de indicadores;
4. Gerenciamento da informação;
5. Aumento da vida útil do componente (Matriz);
6. Trocas assertivas;
7. Aumento da produtividade;
8. Diminuição do índice de retrabalho;
9. Redução de custos com manutenção corretiva/planejada;
- 10.Redução de custos com aquisição de novos componentes;
- 11.Prevenção de possíveis falhas;
- 12.Redução de acidentes;

Cabe ressaltar que dentro das necessidades apontadas pelo problema anterior atentar-se que as aplicações terão um limite de resolução para que o modelo BYE seja aplicável, e para tal é necessário que sejam determinadas as medidas mínimas que o sistema irá atender, considerando a distância entre a matriz e câmera, o tamanho do molde a ser medido, e as tolerâncias que cada peça exige. Como cada peça trará em projeto essas tolerâncias, a solução oferecida deve apenas atender às medidas mínimas de cada aplicação, seja na cota, seja na tolerância.

3. CONCLUSÕES

Considerando de antemão ao fato que não houve protótipo desenvolvido e testado, sendo uma fase de ideação, para o qual pudesse ser colocado em pauta a discussão sobre as informações coletadas após sua experimentação, podendo assim firmar suas benfeitorias. O encerramento desta proposta firmará sobre as possíveis melhorias que ingressariam no processo produtivo.

Atentando-se aos aspectos técnicos e econômicos, destaca-se em primeiro a gestão da informação, na qual simplifica e aumenta o índice de sucesso nas decisões, visto que atrelado a essa benfeitoria está a qualidade e confiabilidade da coleta de dados em campo, promovendo assim a formação de indicadores certos e concretos, sendo esses primordiais para uma decisão assertiva no processo produtivo. Somando as melhorias ditas, junto com uma nuvem de arquivos, pode-se realizar estudos de casos mais detalhados, resultando na prevenção de falhas e redução da manutenção corretivas, bem como eliminaria o índice de retrabalho.

Diante aos aspectos financeiros, destaca-se a erradicação de parada de máquina para vistoria, que por si só traz consigo uma vasta economia. Além disso, o aumento da vida útil do componente se conecta a benfeitoria de troca assertiva, reduzindo com gastos de aquisição desnecessários.

Por fim, tal modelo de melhoria estende-se aos mais diversos ramos da indústria, visto que possui uma vasta adaptabilidade e flexibilidade. Onde os departamentos da manutenções, podem adequar-se ao novo modelo conforme o problema enfrentado na máquina ferramenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TECNOBLOG. **Felipe Ventura**. Disponível em <<https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-sensor-tof-time-of-flight/>>. Acesso em 05 de agosto de 2023.

TECNOBLOG. **Felipe Ventura**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-sensor-lidar/#:~:text=e%20Pro%20Max,-.Como%20funciona%20o%20sensor%20LiDAR,dist%C3%A2ncia%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20objeto.>>. Acesso em 05 de agosto de 2023.

EPFL. **EPFL**. Disponível em: <https://www.epfl.ch/labs/aqua/research/lidar/tof-lidar/>. Acesso em 06 de agosto de 2023

ENGETELES. **ENGETELES** Disponível em: <<https://engeteles.com.br/curva-pf/>>. Acesso em: 11 de agosto 2023.

EVIDENT. **Rebecca Chandler**. Disponível em: <https://www.olympus-ims.com/pt/insight/telecentric-optics-101-all-the-basics-you-need-to-know/#:~:text=As%20%C3%B3pticas%20telec%C3%AAntricas%20s%C3%A3o%20lentes,como%20tendo%20o%20mesmo%20tamanho..> Acesso em 07 de agosto de 2023

VISIONENG. **VISIOENG**. Disponível em: <https://www.visioneng.com.br/downloads/artigos/o-dilema-do-campo-de-visao-amplo/>. Acesso em 07 de agosto de 2023

VISIONENG. **VISIOENG**. Disponível em: <<https://www.visioneng.com.br/downloads/artigos/medicao-do-campo-de-visao-fov-um-novo-modo-de-medir/>>. Acesso em 07 de agosto de 2023