

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

EDIVAM CARRARO

**IMPLEMENTAÇÃO DE DIGITALIZAÇÃO EM UM PROCESSO PILOTO PARA
CONTROLE E GESTÃO DAS PERDAS PRODUTIVAS**

BENTO GONÇALVES

2021

EDIVAM CARRARO

**IMPLEMENTAÇÃO DE DIGITALIZAÇÃO EM UM PROCESSO PILOTO PARA
CONTROLE E GESTÃO DAS PERDAS PRODUTIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

BENTO GONÇALVES

2021

EDIVAM CARRARO

**IMPLEMENTAÇÃO DE DIGITALIZAÇÃO EM UM PROCESSO PILOTO PARA
CONTROLE E GESTÃO DAS PERDAS PRODUTIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 13/9/2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gabriel Vidor – orientador
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Mateus Panizzon
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Alexandre Mesquita
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Dedico este trabalho de conclusão aos meus pais por me conceder o dom da vida, guiando e abençoando meus passos que apesar das dificuldades nos proporciona a vitória no seu tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por me dar suporte durante esta etapa, me incentivando e dando força para sempre seguir em frente, que me auxiliou em momentos de dificuldade me mostrando opções para que fosse possível seguir no curso, em especial a meu primo William A. Ferencz, que mesmo com sua pouca idade, me mostra o quão forte devemos ser.

Aos professores do curso que procuram dar o seu melhor nos preparando para o mercado de trabalho, aos amigos de sala e trabalho que fizeram parte desta caminhada, auxiliando para a conclusão desta etapa.

Agradeço em especial o meu orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor que foi essencial para a realização deste trabalho me passando todas as coordenadas, deixando tudo bem claro durante o desenvolvimento sempre apto a me ajudar no que fosse necessário.

Por fim, agradeço a Deus por me dar saúde e condições para seguir e concluir esta conquista.

*"É genial festejar o sucesso,
mas é mais importante aprender
com as lições do fracasso."
Bill Gates*

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso, de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, trata do desenvolvimento e implantação de um sistema de coleta de dados para o chão de fábrica de uma grande empresa no ramo moveleiro com o auxílio do sistema de programação VBA. De fato, o objetivo é a digitalização de uma operação, com isso aumentado a agilidade para disponibilizar as informações, reduzindo tempo de resposta para implementar melhorias. Dessa forma, o trabalho focou o estudo em conceitos do sistema enxuto, tais como TPM, SMED, TRF, 5W2H, PDCA, bem como conceitos adjacentes como indicadores de eficiências e medição de paradas do processo. Para a execução, o trabalho foi organizado em etapas. Foram contempladas as etapas de apresentação e validação dos gestores quanto a migração, desenvolvimento do aplicativo de coleta de dados, testes do protótipo, implantação do projeto no equipamento, treinamento dos operadores e envolvidos e adequação de melhorias não previstas no escopo. Ao final da implantação foi identificado ganhos com a agilidade do processo, a melhor identificação de micro paradas existentes no processo, a qualidade dos dados imputados. Estuda-se para futuro a ideia de compra de um software, que contemple ferramentas de coleta de dados, ou ampliação dos postos operativos com uso do sistema desenvolvido.

Palavras-chave: Perdas. Digitalização. Moveleiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre tempo e índices de eficiência	35
Figura 2 - Exemplo de gráfico de Pareto	36
Figura 3 - Modelo de tipologia, códigos e observações	39
Figura 4 - Exemplo de compilação dos dados	39
Figura 5 - Etapas do trabalho.....	40
Figura 6 - Cronograma de implantação	45
Figura 7 - Programação desenvolvida	46
Figura 8 - Bloco de programação	48
Figura 9 - Computador utilizado para instação do sistema.	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ganhos qualitativos	53
Quadro 2 - Ganhos quantitativos	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Questões do plano de ação.....	32
Tabela 2 - Exemplo de variáveis de tipo 1	47
Tabela 3 - Exemplo de variáveis de tipo 2	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERP	Enterprise Resource Planning
IROG	Índice de Rendimento Operacional Global
MES	Manufacturing Execution System
MS-DOS	Microsoft Disk Operating System
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PCP	Planejamento e Controle de Produção
PDCA	Plan Do Check Action
PHP	Personal Home Page
SCM	Supply Chain Management
SMED	Single Minute Exchange of Die
TCC	Trabalho de Conclusão do Curso
TEEP	Total Effectiveness Equipment Performance
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
TRF	Troca Rápida de Ferramentas
UCS	Universidade de Caxias do Sul
VBA	Visual Basic for Applications

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo geral.....	17
1.2.2	Objetivos específicos	17
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	CASSIFICAÇÕES E TIPOS DE PERDAS	20
2.1.1	Perdas no mecanismo da função produção	20
2.1.2	Perdas na visão da manutenção produtiva total	23
2.1.3	Perdas na visão da ergonomia e fatores humanos	26
2.1.4	Outras perdas em sistemas de manufatura	28
2.2	DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS	29
2.3	FERRAMENTAS PARA MELHORIA DAS PERDAS	31
2.3.1	5W2H	32
2.3.2	Ciclo PDCA	33
2.3.3	OEE	34
2.3.4	Gráficos de Pareto	36
3	PROPOSTA DE TRABALHO	38
3.1	CENÁRIO ATUAL	38
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO	40
3.2.1	Definição da estrutura e metodologia	40
3.2.2	Planejamento e programação do caso.....	41
3.2.3	Condução do teste piloto	42
3.2.4	Coleta dos dados	42
3.2.5	Emissão de relatórios e gráficos	42
3.2.6	Análise dos resultados	43
4	RESULTADOS	44
4.1	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO.....	44

4.2	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	51
4.3	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	52
5	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo implantar um sistema de coleta de dados no chão de fábrica, buscando melhorar a performance operacional e agilizar o processo de digitalização das informações geradas pelos equipamentos instalados no parque fabril de uma empresa do setor moveleiro.

Atualmente é muito importante para as empresas se tornar competitivas dentro do ramo de atuação em que cada uma delas está, e poder se manter no mercado. Para que isso aconteça, algumas medidas precisam ser tomadas, como por exemplo redução no prazo de entrega dos pedidos, redução de custo do produto produzido e eficiência na tomada de decisões. Estas são apenas algumas das formas que uma indústria pode utilizar para ser manter competitiva (WERKEMA, 1995).

Possuir controle dos dados de produção e visibilidade dos processos contribui muito na melhoria dos processos, facilitando as análises de cada centro de trabalho e seus custos. Se os processos estiverem interligados no sistema, desde o recebimento dos pedidos, compra de matéria e prima e seus insumos, otimização de produção, processamento nos equipamentos, expedição e faturamento, isso tudo contribui para o monitoramento do processo produtivo (GARCIA, 2017).

Para fazer qualquer tipo de redução de custo ou aumento na competitividade o mais viável é analisar os processos onde possuem os maiores valores agregados da empresa, para que o ganho atinja níveis melhores (CINTRA, 2016). A partir disso, com os dados em mãos é possível escolher qual local será utilizado para estudos de melhorias.

O mercado atual possui diversas alternativas já disponíveis para ser aplicadas nas indústrias, sistemas bastante complexos e eficientes, e até mesmo técnicas vindas de outros ramos, como por exemplo a Toyota (Toyota Production System - TPS) ou mais recentemente a Hyundai e suas técnicas, isso tudo faz com que estes sistemas ou tecnologias possuam grande diversidade de modelos e métodos de aplicação (SHINGO, 1989).

Com a utilização destas ferramentas, a empresa consegue aumentar sua eficiência, gerando os resultados da produção com maior exatidão das informações e em um espaço de tempo muito menor. Isso tudo facilita a tomada de decisões da gestão empresarial e desta forma sendo possível ter uma assertividade em uma necessária intervenção ou adequação do processo que está sendo analisado (HANSEN, 2006). Boa parte das grandes já utilizam de algum destes métodos, e podem comprovar essa melhora do seu processo e produtos, o ganho em

produtividade vai aumentando conforme estas melhorias vão sendo aplicadas no seu processo produtivo e as ações de melhoria são feitas.

O objetivo deste estudo é utilizar a coleta de dados automática no chão de fábrica, buscando implantar e integrar o seu aperfeiçoamento, ou até mesmos com outras ferramentas e tecnologias.

A empresa em estudo durante muito tempo busca reduzir seus custos de fabricação e aperfeiçoar a qualidade dos seus produtos. Alguns métodos de controle da produção já estão implantados e estes indicadores tem funcionado consideravelmente bem, entretanto, a busca pelo aperfeiçoamento e agilidade nas informações destes controles é algo que nem sempre é obtido de forma ágil ou instantânea, causando um certo atraso na busca do seu melhor desempenho.

Sabendo de tecnologias que já vem embargadas nos novos equipamentos, onde é possível obter todos os dados de produção em tempo real, torna-se bastante fácil e necessário utilizar destas informações para garantir uma performance melhor dentro do processo fabril. Porém, boa parte desta tecnologia possui um alto custo envolvido, e é vendido a parte do equipamento, com base nisso, nem sempre a empresa tem interesse no investimento, pois ela já faz algum tipo controle.

A empresa em questão implantou o sistema de gestão dos equipamentos e desde o seu início buscou melhorar o método utilizado, passando por diversas revisões, automatizando alguns processos, treinando os colaboradores para unificar o conhecimento, fazendo reuniões com os grupos de melhorias e incluindo cada vez mais máquinas em seu controle. Isso tudo com o intuito de melhorar cada vez mais o processo, no entanto, após tantas melhorias e inclusões de equipamentos no controle, o sistema utilizado acabou se tornando lento e com uma base de dados enorme, o que acarreta em uma necessidade de bastante processamento para obtenção dos dados gerados pela fábrica.

Tendo em vista a necessidade de agilizar o processo de digitalização dos dados coletados na fábrica, para uma posterior análise destes dados, foi procurado fornecedores de sistemas de coleta de dados os quais pudessem ser instalados tanto em equipamentos com uma certa tecnologia, e em máquinas com praticamente quase nada de tecnologia. Após o retorno dos fornecedores e apresentações dos seus sistemas, foi analisado alguns destes sistemas disponíveis no mercado, porém, boa parte dos sistemas não fornecia o que realmente era necessário, ou eram sistemas simples, e os sistemas mais complexos possuíam um alto custo envolvido, o qual não seria viável implantar no momento, sendo que os ganhos ainda não eram possíveis de se mensurar.

A partir destas análises dos sistemas prontos, surgiu a ideia de criar um sistema próprio, utilizando os conhecimentos vistos em sala de aula, durante o curso de Engenharia de Produção e em cursos oferecidos pela empresa, então, começou-se a ter a ideia de criar um modelo a partir do sistema já utilizado, que são em planilhas de Excel com programações em VBA (Visual Basic for Applications) e criar telas com macros buscando a eliminação de erros e eliminando o processo de digitalização dos dados coletados na fábrica.

1.1 JUSTIFICATIVA

A coleta de dados e o mapeamento das perdas se torna muito importante no meio produtivo a fim de viabilizar melhorias no processo de forma bastante ágil e eficaz, tornando o produto mais barato porém sem perder a sua qualidade. Possuir um sistema de gestão que desenvolva a maneira de visão dos processos a fim de aperfeiçoar este modelo, resulta em determinadas métricas de uma forma muito mais eficiente (JONES e WOMACK, 1992). Relatórios podem ser criados em um curto espaço de tempo para que as análises e as tomadas de decisões de forma quase que instantânea e além disso com uma exatidão nas escolhas, sem a necessidade de esperar a digitação dos dados obtidos na fábrica, o que leva muito tempo, abrindo margem para que no momento de análise fatos importantes possam ser esquecidos. Para evidenciar a importância da digitalização no mapeamento das perdas, na sequência estudos são apresentados (PIZO, 2018).

No estudo de Favaretto *et al.* (2001) o foco foi analisar a importância da coleta de dados para possuir uma boa gestão dos recursos existentes no chão de fábrica, verificando a importância de possuir dados atualizados no momento das análises. Ele constatou que na maioria das vezes os dados são perdidos e gera um grande esforço para uma nova obtenção. Outro grande problema se dá por conta que o monitoramento ainda é muito deficiente, onde basicamente os dados são coletados de forma manual, e nem sempre informados nos sistemas ERP. Por fim pode-se constatar que os métodos de coleta ajudam muito no processo, porém dependem de vários fatores, como por exemplo a instalação de sensores, o monitoramento de vários pontos e se possível a interligação entre os equipamentos e demais setores envolvidos.

Para Hernandez *et al.* (2011) o qual fez uma análise do impacto produtivo com a implantação de um sistema de coleta de dados em tempo real integrado com ERP, percebeu que possuía um grande demora na chegada das informações do processo fabril até o setor de PCP junto com isso existia a falta de confiabilidade nas informações. Foi identificada a dificuldade que existe na implantação do sistema, o que o torna algo bastante demorado e que pode gerar

modificações no seu processo de implantação devido as particularidades de cada equipamento. Entretanto a sua implantação é possível e aumenta bastante na sua utilização. Vários ganhos foram obtidos até mesmo na cultura da empresa pode ser observada, pois os colaboradores que operam os equipamentos, passaram a se importar mais com a qualidade da informação enviada. Após a análise ele constatou que a implantação de um sistema traria grandes possibilidades de aumento de produção.

Conforme Fortulan *et al.* (2006) que em seu estudo analisou o uso de Business Intelligence para criar indicadores de performance, onde o objetivo era desenvolver e implantar o sistema em uma empresa de manufatura em um modelo que mostrasse os indicadores específicos para o chão-de-fábrica, os quais teriam como intuito analisar dados passados e gerar novas informações, buscando uma perspectiva futura, melhorando suas decisões e ainda propondo melhorias. No princípio algumas alternativas nas quais foram estudadas pensando na compatibilidade com sistemas como ERP, SCM e MES para deixar o sistema ainda mais eficaz. Conforme o desenvolvimento do estudo percebeu-se a necessidade de qualidade na informação, pois sem a devida clareza e confiabilidade, informações erradas poderiam ser geradas, o que poderia ocasionar perda de tempo, ou até mesmo colocar a empresa em risco. Por fim, após todas as análises foi constatado que é viável a sua implantação e os resultados são uma consequência no processo.

Segundo Joaquim *et al.* (2006) que analisou novas tecnologias para comunicação entre chão-de-fábrica e o sistema corporativo, o qual faz busca a comunicação entre os sistemas de uma célula de montagem com a ajuda de um supervisor, o qual faz o trabalho de obtenção dos dados e disponibilidade. Basicamente os estudos ficaram voltados para alguns pontos específicos, como por exemplo: automatização, confiabilidade, eficiência e melhorar a comunicação entre setores. No estudo foram utilizados alguns conceitos de MES, porém o sistema foi feito em uma base do Microsoft Excel, utilizando da função Tabela dinâmica, que compilado os dados e cria uma espécie de Dashboard e fornecendo relatórios com as informações específicas de cada área.

Observando os estudos anteriormente citados percebe-se que existe um grande potencial de implementação da digitalização para o mapeamento de perdas no processo fabril na empresa Todeschini. E partindo do pressuposto que a empresa busca sempre baixar seu custo de produção, junto a continuar sendo competitiva dentro do meio onde atua, sabendo da necessidade de possuir controles eficazes que lhe gerem dados de formas automáticas em um curto espaço de tempo e para que as intervenções do processo sejam efetivas. Com isso tudo a

empresa teria ganhos de agilidade, assertividade e qualidade nas informações geradas pelos processos produtivos.

Conforme mencionado nos estudos acima onde foi buscado a interligação com o sistema ERP no qual a empresa já possui e utiliza para diversos outros processos, desta forma os dados obtidos poderiam gerar perspectivas de produção, balanceamento de carga máquina, real eficiência de cada equipamento, disponibilizando relatórios para os equipamentos, onde, com essas informações em mãos podem alterar a sequência de produção e aumentar a performance. Como pode ser visto anteriormente, não é necessário inicialmente investir grandes valores para implantar um sistema, a utilização de ferramentas que já fazem parte do cotidiano da empresa, como por exemplo o programa Excel da Microsoft, que disponibiliza de inúmeras funcionalidades para controles.

Por fim é possível analisar nos estudos apresentados que existem dificuldades na implantação e até mesmo algumas ideias precisam ser alteradas no andar da implementação do sistema de coleta e mapeamento de perdas, porém, em todos os conteúdos apresentados no final pode-se perceber que existem ganhos.

1.2 OBJETIVOS

Na sequência são apresentados os objetivos geral e específicos do trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é implementar a digitalização em um processo piloto para controle e gestão das perdas produtivas.

1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) revisar os tipos de perdas existentes;
- b) desenvolver um aplicativo protótipo para controle de perdas;
- c) comparar os resultados do processo digitalizado com o processo de controle atual;
- d) desenvolver ações para melhoria e consolidação do processo de digitalização.

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa neste trabalho caracteriza-se pela abordagem qualitativa. De fato, uma análise detalhada de como fazer o processo de digitalização é conduzida por meio de entrevistas e validações in loco. Quanto a natureza essa pesquisa pode ser classificada como exploratória, visto que pretende entender quais são as variáveis que afetam a digitalização.

O trabalho proposto segue o método de estudo de caso para seu desenvolvimento. Yin (2001) classifica os estudos de caso segundo o seu conteúdo e objetivo final (exploratórios, explanatórios ou descritivos) ou quantidade de casos (caso único – holístico ou incorporado ou casos múltiplos – também categorizados em holísticos ou incorporados). A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que estes tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e quais resultados foram alcançados (MIGUEL, 2007).

Para atender a este método de pesquisa, foi organizado um sistema de trabalho em quatro etapas. O primeiro deles consiste em fazer uma revisão nos tipos de perdas hoje existentes no processo, analisando se a forma é de fato a mais adequada para o momento atual, além disso fazer uma validação das tipologias, para verificar se devem ou não continuar sendo aplicados.

Posteriormente um sistema para a coleta será desenvolvido, utilizando de programações macro em VBA, abastecendo os bancos de dados e gerando todas as informações necessárias, montando assim um protótipo que servirá como modelo piloto para os próximos equipamentos.

Com o protótipo em funcionamento e com todos os dados coletados, o sistema atual não será desativado de imediato, os dois modelos continuaram sendo feitos simultaneamente e em paralelos para que tenha uma certeza das informações que se está coletando e confrontando os dados para uma validação completa.

Por fim, após os comparativos e análises, provavelmente melhorias no sistema precisaram ser feitas, aos poucos, conforme o alinhamento das informações coletadas e melhorias são feitas, será efetuado o abrangimento para os demais equipamentos, fazendo as devidas adaptações que cada máquina precisa.

Todo o processo da digitalização será feito em um único setor, este equipamento foi escolhido pois é onde possui uma grande perda de tempo com a digitalização e compilação dos dados, o equipamento que servirá como modelo piloto é uma esquadra borda (máquina que requadra e coloca borda em peças de móveis). Para que esse controle se torne efetivo e funcional

será montado e controlado o sistema piloto durante seis meses no ano de 2021, neste equipamento haverá monitoramento diário conforme a sua produção, os colaboradores que indicarão as paradas do processo serão treinados como o processo deverá funcionar, para que não possua nenhuma dúvida, e nos primeiros dias haverá um acompanhamento presencial junto ao operador. Nenhum investimento necessitará ser feito, pois todos os recursos fundamentais para o seu devido funcionamento já estão disponíveis na empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As perdas nos processos produtivos são bastante comuns a muitos anos, diversos estudos já foram feitos para solucionar estes problemas. É possível encontrar vários tipos de perdas nas empresas, nos próximos capítulos será abordado alguns tipos de perdas desde as mais complexas até mesmo as mais simples além de maneiras com o intuito de reduzir ou eliminar estas perdas de recursos ou insumos.

2.1 CLASSIFICAÇÕES E TIPOS DE PERDAS

Para se manter competitivo no mercado onde cada empresa atua, é de suma importância que as perdas criadas dentro do ambiente de trabalho sejam mensuradas, pois sem elas fica bastante difícil fazer melhorias e ter lucratividade, sem controle não há ações efetivas. Deming (1997) nos apresenta alguns modelos insatisfatórios de práticas administrativas, fazendo que exista um grande desperdício dos recursos que a empresa possui, que os funcionários tenham a capacidade de avaliação de cada um dos tipos de insumos. Ele ainda menciona que não se deve possuir um pensamento a curto prazo e sim pensar a frente projetando onde a empresa quer estar daqui a alguns anos?

Pode-se perceber que existem diversos modelos de perdas nos processos, e métodos de medi-las, porem um fator muito importante para o bom funcionamento destes mecanismos são as pessoas que com ela atuam, partindo desde o colaborador até o gerente da planta, a “culpa” deve ser de todos, e o engajamento sobre querer melhorar o produto e reduzir suas perdas também, nada será possível se apenas uma pequena parte estiver disposta a fazer estes aperfeiçoamentos de processo.

2.1.1 Perdas no mecanismo da função produção

Todo o processo produtivo possui perdas, algumas delas causam um impacto maior que as outras, porém não deixam de ser perdas e isso resulta negativamente em diferentes pontos na indústria. Quando possível sempre é importante fazer uma verificação dos processos e analisar minuciosamente cada um dos processos para encontrar oportunidades de melhorias, buscando baixar custos de produção, operação ou até mesmo melhorando o desempenho operacional ou dos equipamentos. Existem diversas formas e explicações do que é perda com modelos funcionais que podem ser recriados e alcançando melhores resultados no dia-a-dia de

uma indústria, abaixo será analisado alguns tipos de perdas que podem ser encontrados e reduzidos.

Para OHNO (1950) que desenvolveu um modelo de processo produtivo chamado “Lean Manufacturing” nesta filosofia seu criador dizia que “Tudo o que fazemos é olhar para a linha do tempo, do momento em que o cliente nos dá um pedido até quando recebemos o pagamento. E estamos reduzindo este tempo removendo os desperdícios” o que nos mostra que se deve olhar para todos os pontos, desde o seu início até o momento quando o item é entregue ao cliente. Ohno na criação do sistema Lean detectou sete tipos de perdas que podem existir na produção de uma indústria, todas elas devem ser monitoradas e se possível reduzir, a primeira destas perdas refere-se a “Perda por superprodução” essa perda se apresenta principalmente pela produção demasiada para itens que não possuem uma demanda, ocupando espaço dentro do estoque da planta fabril e gerando custo de armazenagem, além disso a matéria-prima para fazer esses itens poderia ter sido utilizada para produzir algum outro tipo de produto, que possui um consumo maior no mercado.

Outra perda identificada diz respeito a “Perda por tempo de espera”, esta perda pode ser percebida no processo de produção onde existe um grande tempo dispendido entre um e outro processo para os itens ficam esperando para serem processados, isto fica bastante aparente em grandes gaps, todavia pode ser resolvido com a análise do processo e um novo redimensionamento da produção buscando encontrar o equilíbrio nos processos. A próxima perda pode ser relacionada ao transporte indevido do material produzido, pode ser exemplificada com um tipo de item que percorre um grande caminho até chegar no próximo processo gerando esforço excessivo e desnecessário, sem falar que gera uma grande perda de tempo, podendo gerar atrasos na entrega do processo final. Essa perda foi chamada de “Perda por transporte” e pode ser amenizada ou até mesmo eliminada se colocar o processo em sequência, ou seja, forma de linha, encurtando o trajeto no qual a produção precisará percorrer até ser entregue ao cliente final.

A próxima perda identificada é a “Perda por excesso de processamento” essa perda acontece na grande maioria das vezes em itens que possuem ciclos desnecessários na sua produção, em alguns casos gerados por um superdimensionamento de recursos, em alguns casos podem vir diretamente dos projetos feitos por pessoas com baixo conhecimento do processo, sem saber exatamente como cada equipamento pode se comportar, precisando aumentar o processamento do equipamento ou até mesmo precisando adicionar mais uma máquina no roteiro do item para produzir uma simples atividade que se bem otimizado ou diferentemente

planejado poderia reduzir no tempo de atravessamento deste item. Com isso o ganho tanto em produtividade como na redução de custo acrescentando no lucro que a empresa poderá gerar.

O nome dado para a próxima perda foi “Perda por inventário” nela é possível identificar a importância de não possuir grande quantidade de matéria-prima em estoques, os quais geram grande perda no espaço físico e custos desnecessário para a instituição que está fazendo a compra. Em alguns casos conforme o tipo de insumo que está sendo comprado poderá gerar além dos problemas já mencionados a perda na qualidade do produto, e correndo risco de ser condenado, causando elevadas perdas na lucratividade da empresa. Para amenizar essa adversidade o grande detalhe como mencionado nos parágrafos anteriores está no planejamento da produção, se a organização da produção estiver bem alinhada, fica muito fácil de reduzir boa parte destes problemas.

Seguindo, pode-se encontrar a “Perda por movimento” que ocorre principalmente no deslocamento demasiado dos colaboradores para gerar atividades que não agregam valor ao produto, como por exemplo, para fazer um setup no seu equipamento, necessita buscar em outro setor uma ferramenta ou algo parecido, ou até mesmo na má organização das atividades que ela exerce, quanto mais próxima as ferramentas ou processos estiverem do funcionário mais fácil o seu trabalho pode ser realizado, conseqüentemente aumentando a produção. Uma maneira que ajuda a reduzir esta perda é o mapeamento das funções de cada colaborador e em caso de desarmonia das atividades, uma nova distribuição pode ser feita. Em alguns casos a redistribuição das funções e a readequações dos pontos de trabalho resultam no aumento da produtividade e até mesmo pode reduzir a quantidades de pessoas necessárias para a linha de produção ou célula de trabalho.

Por fim a última, porém não menos importante das perdas identificadas por Ohno é a “Perda por defeitos” em seu próprio nome já fica bastante implícito sobre o que se refere, em ter na mente a importância de tudo que for produzido precisa ser efetuado com a maior qualidade possível, para que não gere nenhum retrabalho ou precise ser descartado alguma peça ou matéria-prima por causa de um mau processamento. Para facilitar os processos na identificação do que é um produto bom, pode ser criado quadros com padrão visual de qualidade, mostrando o que pode seguir na produção ou precisa de reparos, evitando que possíveis dúvidas surjam no momento de verificação do produto e também para que não fique de forma empírica a análise. Porém serve de atenção em alguns casos nos quais devem ser observados se problemas de qualidade não estão sendo gerados por defeitos provenientes do equipamento.

Após toda essa análise de problemas com perdas que podem ser encontrados na produção de qualquer tipo de item, deve-se sempre zelar para possuir os menores índices possíveis, isso tudo resulta em um dos principais objetivos das empresas que é o lucro, porém além dos ganhos que a empresa vai receber, é muito importante lembrar que o cliente final também sai ganhando, pois o custo será reduzido, a garantia de qualidade no produto que se está enviando a ele é muito maior, reduzindo a possibilidade de incômodos gerados após o envio do produto como por exemplo devoluções de mercado ou recalls.

2.1.2 Perdas na visão da manutenção produtiva total

O sistema Toyota de produção, ou conhecido também por “*Lean Manufacturing*” começou a ser bastante aplicado após o término da segunda guerra mundial, passando a mudar totalmente a forma de produção com o “*pensamento Lean*”, várias pessoas foram importantes para essa mudança, alguns deles já foram citados neste trabalho. Um deles foi NAKAJIMA (1988) que desenvolveu o TPM (Total Productive Maintenance) ou em português Manutenção Produtiva Total, Nakajima então percebeu algumas perdas no processo, as quais ele definia como as seis grandes perdas, e estas perdas poderiam ocorrer em praticamente todos os processos existentes, porém se não monitorados o desperdício associado a elas poderia ser ainda maior.

Na visão do processo de controle de produção, diversos pontos devem ser observados no quesito de perdas, o grande ganho de uma instituição pode estar diretamente relacionado a isso, se não possuir um engajamento de todos dentro da empresa, o método do TPM poderá não ser eficaz, principalmente se a alta cúpula administrativa não olhar com “bons olhos”. Outra situação que pode ocorrer está relacionada a maneira de pensar que o TPM se refere apenas com o setor de manutenção da empresa, porém, a manutenção é feita pelo operador também, ou como dizia Nakajima “*Da minha máquina cuido eu*”, essa ideia faz muito sentido para lembrar que cada um é responsável por seu equipamento, e que ele deve ser cuidado muito bem, para que resulte em um bom funcionamento e gere uma grande e boa produção.

Nakajima identificou as seis grandes perdas e cada uma delas são bastante importantes no trabalho, a primeira das perdas elencadas por ele diz sobre o a quebra de equipamentos por falhas mecânicas, esse tipo de falha é um dos grandes causadores de dor de cabeça para o setor de manutenção, porém mais ainda para o processo produtivo, pois em caso de parada de máquina, todo um planejamento feito anteriormente pelo setor de PCP, poderá ser colocado fora, precisando reprogramar a produção para outros equipamentos. Esse tipo de falha pode ser

causado na maioria das vezes pela falta de acompanhamento técnico, ou por não fazer uma manutenção periódica na máquina, sem sombra de dúvidas se estes cuidados forem aplicados e seguidos de perto, com toda a certeza, haverá ganhos na redução de paradas por quebra do equipamento. Porém, não garantia de que não ocorrerá nenhuma quebra, pois podem existir falhas difíceis de serem percebidas, mesmo assim já existem formas de monitoramento e mensuração de quando cada item de uma máquina poderá a gerar uma quebra. Em alguns casos esse acompanhamento não importante ser feito para algumas peças das máquinas, devido ao investimento para o monitoramento ser muito alto, e o custo de reposição ou ajuste do item ser bem menor, desta forma, cada situação deve ser analisada.

Seguidamente Nakajima percebeu como segunda grande perda os “Ajustes e montagens desnecessárias”, a qual consiste em perceber as paradas para substituição de ferramentas que já estão com algum tipo de desgaste, ou que sofreram algum aquecimento/arrefecimento durante o processo, situações de limpeza da máquina para o bom funcionamento, pode ser também por falta de matéria-prima para a produção, ou até mesmo por falha do operador, isso tudo gera perdas, e devem ser percebidos, para que de alguma forma seja ajustado, essas perdas impactam diretamente na performance das máquinas de uma empresa, este item junto com o primeiro afetam na disponibilidade do equipamento, reduzindo o tempo disponível para produzir ou operar. O ideal para esse tipo de problema é manter o local sempre organizado, com os materiais em fácil acesso, uma ferramenta muito utilizada para reduzir ou eliminar essas paradas é o SMED (Single Minute Exchange of Die) que em português foi chamada de TRF ou troca rápida de ferramentas, essa técnica ajuda a verificar onde estão as perdas e pensar em maneiras de como melhorar, aprimorando a ordem de fabricação dos itens, colocando-os em uma sequência lógica, reduzindo o tempo de setup, ou em alguns casos trocando os tipos de ferramentas, ou conjuntos de acabamento que fazem um devido trabalho, para que seja possível produzir muito mais, com muito menos trocas, pode ser percebido que se for apenas ajustado o sistema que será utilizado na sequência e no momento que a máquina parar fazer a troca rápida, já reduz bastante o tempo de algumas paradas.

O terceiro item encontrado, foi denominado como “pequenas paradas nos equipamentos” aqui entram as questões de paradas relacionadas a algumas limpezas ou alguns pequenos ajustes, erros na alimentação da linha de produção, célula ou máquina, verificações de medição ou ajuste de parâmetros da máquina, e até mesmo troca de ferramenta devido a desgastes, alguns itens aqui podem ficar confusos com os itens da segunda parada, mencionada acima, porém aqui é considerado os item que possuem paradas inferiores a 5 ou 10 minutos, e

que não necessitam da intervenção da equipe de manutenção para o retorno da atividade, sendo elas feitas pelo próprio operador mesmo.

Seguindo com as grandes paradas evidenciadas por Nakajima, pode-se encontrar a parada por “Redução de velocidade”, nesta situação junto a parada anterior, é possível identificar a perda de eficiência da máquina, não permitindo que ela trabalhe de forma ideal dentro da disponibilidade que o equipamento oferece. Nesta paradas estão relacionadas as paradas por funcionamento da máquina abaixo da velocidade especificada, o funcionamento desarmônico da linha, e até mesmo no despreparo do operador que está colocando a máquina para funcionar, para estes itens na minha percepção são até fáceis de resolver, começando por um bom preparo do operador, treinando ele a operar o equipamento de forma eficaz a garantir uma excelente qualidade do produto final, e mantendo a velocidade de trabalho regular, conforme as normas especificadas pelo fornecedor da máquina.

As perdas por defeitos ou retrabalhos ganham o quinto lugar nas grandes perdas, aqui podem ser evidenciados os problemas referentes a sucateamento de itens especificações do item fora do devido padrão, retrabalho de itens, montagens erradas falta de componentes na montagem, entre outras situações possíveis, os itens que entram neste quesito, são referentes a problemas gerados durante a fabricação dos mesmos, impedindo que possam seguir para os próximos processos ou expedição, necessitando retrabalho, ou em alguns casos, precisando ser jogado fora, por não possuir mais utilizada, porém, como os itens foram já produzidos houve uma perda na produção, desta forma deve-se pensar que quando produzir, deve-se produzir da forma correta. Em algumas empresas, já possuem sistemas que fazem a leitura com scanners ou outros tipos de tecnologias, a fim de validar a qualidade do item produzido, mas, em caso de a instituição não querer ou não poder investir grandes valores nestas tecnologias, uma simples revisão nos itens a cada pouco tempo já ajuda em muito na garantia de produção com qualidade.

Por fim a última perda mencionada por Nakajima, fala sobre as perdas no início da produção “Perdas de arranque”, aqui são mencionadas as perdas por sucateamento, retrabalhos, itens fora da especificação, porém diferente do item acima, aqui entram apenas, os problemas encontrados para o início do processamento, os quais são encontrados na regulagem da máquina, ou após trocar uma ferramenta e fazer a aferição da mesma. Esses problemas são bastante comuns em praticamente todos os ramos, nesta situação quando a operação de regulagem não é automática, o operador é responsável em verificar se está fazendo a regulagem da forma correta, se a posição de cada ferramenta foi colocada no devido lugar assim, reduzindo a possibilidade de maiores erros, e após a produção do primeiro item, fazer a conferência, para que se for necessário, os devidos ajustes já sejam feitos. Para este item e o item da perda cinco,

a qual mencionada acima, o problema afeta diretamente na qualidade do produto, trazendo desperdício na matéria-prima e no tempo disponível para produção.

Após analisar todas as seis grandes perdas mencionadas por Nakajima, pode ser percebido que existem formas fáceis de melhorar os conceitos perdas, em alguns casos basta apenas no simples treinamento dos operadores que efetuam a operação na máquina, além da forma de treinamentos que devem variar, sendo levado em formas de materiais didáticos de aprendizado, treinamentos em salas e nos equipamentos, mostrando a aplicação das informações aprendidas na prática, outra forma bastante interessante é a de treinamento de operador para operador, pois algumas coisas somente quem está no dia-a-dia do equipamento pode mostrar com melhor precisão ALMADA (2006). Porém nada muda se não possuir o engajamento de todos, para WILLMOTT e MCCARTHY (2001) *“Toda a ênfase do TPM é direcionada a levar seus participantes, desde o chefe executivo da empresa até os operários e mantenedores, em uma jornada da inocência para a excelência”*, isso mostra o que se todos devem ter o mesmo pensamento.

2.1.3 Perdas na visão da ergonomia e fatores humanos

Nos processos pode-se encontrar perdas de matérias-primas, insumos, tempo entre outras situações, porém, existem mais tipos de perdas que o modelo *Lean* apresenta, como por exemplo a ergonomia e fatores humanos, essas perdas apesar de não serem físicas podem gerar grandes malefícios para a empresa ou processo, nestes casos devem ser observados de forma bastante minuciosa, cuidando dos detalhes, pois nestes casos pode-se estar pensando em melhorar uma situação ou melhorar um processo e ao mesmo tempo colocando mais “pressão” nos colaboradores que estão na função.

A ergonomia é uma ciência que busca entender os fatores humanos e condições no trabalho, afim de melhorar a situação de trabalho, reduzindo os problemas por ele gerado, e isso um fator muito importante em nosso dia-a-dia, é um problema que vem sendo estudados ano a ano, buscando amenizar os problemas físicos gerados durante a jornada de trabalho de cada um dos funcionários de uma empresa. Hoje no Brasil, já possui normas regulamentadoras (NR17) no Ministério do Trabalho e Emprego, grandes problemas são resolvidos devido as análises feitas em cada posto de trabalho, melhorando as condições de trabalho, em alguns casos, apenas alguns pequenos ajustes fazem grande diferença neste processo, conseguindo reduzir ou até mesmo eliminar situações problemáticas.

Para Iida, 1995, a ergonomia são fatores que conseguem melhorar o desempenho de cada colaborador, quando monitorado de forma eficaz, fazendo com que as tarefas que cada um deles exerce, para que consiga ser feito de uma forma mais fácil e rápida. Os estudos sobre a ergonomia no trabalho é o ponto inicial para gerar informações sobre o meio em que as pessoas estão trabalhando, entendendo cada um dos seus funcionários e entendendo o comportamento de cada um deles no ambiente de trabalho de cada um, desta forma é possível traçar um perfil de trabalho (VOSNIAK, 2009).

Além da questão dos fatores relacionados a ergonomia, tem que lembrar das situações pertencentes ao bem estar dos funcionários, pois conforme o que pode ter acontecido dentro ou fora do trabalho com o colaborador, acaba impactando no desempenho e produtividade, portanto criar um bom ambiente de trabalho ajuda bastante para que o trabalho seja eficiente. Conforme Fiedler, 1998, as análises dos fatores humanos devem ser observadas e divididas conforme cada tipo de pessoa, subdividindo as questões de idade, tempo de empresa, estado civil, entre outros fatores, pois cada um tem uma forma de ser e agir, e não se pode considerar que todos ficam em um “mesmo bolo”.

Para Lopes, 1996, o estudo destes fatores ajudam bastante na tomada de decisão, pois é mais fácil de acertar nas situações do dia-a-dia, quando o gestor conhece cada um dos seus funcionários, fica muito mais simples de distribuir as tarefas para cada um deles, pois se o colaborador gosta de fazer um certo trabalho, ele fará com mais facilidade e disposição, gerando resultados melhores, ou até mesmo no momento de efetuar mudanças no processo, garantindo que o trabalho será feito da forma esperada.

Além das situações apresentadas, certas atitudes podem afetar no desempenho dos funcionários, como por exemplo o constrangimento de cada indivíduo, ou a falta de atenção, quando o colaborador é menosprezado pelos gestores ou colegas, todas essas ocasiões nas quais podem afetar o psicológico das pessoas, podem gerar perdas, e este tipo de perda é bastante complicada, pois não possui uma forma fácil de ajustar, é precisa ser analisada minuciosamente a fim de melhorar as condições. Pode ser considerado como uma perda a questão de não aproveitar a criatividade dos funcionários, em muitos casos, grandes soluções podem estar vinculadas com as pessoas que estão no processo diariamente e essas ideias precisam ser absorvidas. Transformar os colaboradores em “cabeças pensantes” é um grande desafio nos dias de hoje, porém esta realidade já vem mudando aos poucos, e gerando cada vez mais conhecimento em torno dos trabalhos executados, o alto escalão das instituições estão voltando seus olhos para esse tipo de pessoas, e todos saem ganhando.

Essas situações podem ser vistas todos os dias no chão de fábrica, e estudar elas se fazem cada vez mais importante para melhorar o produto que é feito dentro da empresa, melhorar as condições de trabalho é muito necessário, com pequenas alterações é possível melhorar as condições de trabalho dos colaboradores. Os ganhos com essas atitudes são grandiosas e podem ser percebidas no rapidamente, quando se consegue entender como cada uma das pessoas se sentem em relação ao seu ambiente de trabalho, além de gerar estatísticas mais precisas, e cada mais aperfeiçoar os métodos de trabalho, e como consequência, gerando resultados assertivos, aumento de produção, qualidade de serviços, satisfação operacional entre outras formas de ganhos.

2.1.4 Outras perdas em sistemas de manufatura

Por fim, pode-se perceber algumas outras perdas, as quais estão relacionadas ao sistema de manufatura, neste caso é possível observar os recursos utilizados para a produção dos itens que agregam valor dentro das empresas, quando se está trabalhando, deve-se atentar para tudo que está sendo agregado ao produto final, reduzir estas perdas é muito importante, pois baixa o custo de produção, baixa o custo final do produto. Algumas destas perdas destes insumos que se pode observar podem ser por exemplo, água, energia elétrica, fluidos, materiais, entre outros produtos.

Os recursos utilizados diariamente e que possuem grande consumo, devem ter uma atenção muito grande da gestão e colaboradores, pois normalmente está ali a melhor forma de reduzir gastos, os equipamentos devem ser olhados bem de perto para poder localizar perdas, trocar equipamentos, ou até mesmo componentes de uma máquina pode auxiliar bastante na redução de custo sem reduzir a qualidade. Trocar o método que um processo é feito pode ser uma solução de melhoria, trocar um fornecedor, ajustar uma válvula, trocar um motor, por um mais moderno, alterar os fluidos por outros mais eficientes, pequenas melhorias no processo, ajustes automatizados (HENDRICK, 1995).

Contudo, se consegue ver que melhorias e redução de custo sempre é possível de encontrar, análises precisam ser feitas, ajustes são necessários para um bom funcionamento da instituição, quando consegue-se reduzir algum custo de produção que possui, todos saem ganhando, desde a empresa, que passa a gastar menos com um insumo ou recurso, até o cliente final, pois encontrará o item que deseja por um preço menor. Outra forma de ganho que pode ser observada, é em questão do meio ambiente, pois quando é possível trocar algum tipo de fluido, o reduzir o consumo de água, não precisa tirar do meio ambiente mais recursos,

protegendo e cuidando do nosso maior recurso natural, por anos essa situação foi deixada de lado, porém, isso não pode mais acontecer e todos possuem o dever de cuidar da natureza e não ficar apenas retirando os recurso sem pensar nas consequências que se pode gerar por esse descuido ou despreocupação (ABRAHÃO, SZNELWAR, SILVINO, SARMET, PINHO, 2009).

2.2 DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS

A digitalização de processos é algo que vem evoluindo muito nos últimos anos, as grandes empresas e até mesmo empresas de pequeno porte, tem optado em digitalizar seus processos, os ganhos que existentes neste método são diversos, e nos possibilita a ter uma nova visão sobre um mesmo assunto, e normalmente em muito menos tempo. O conceito de indústria 4.0 diz que se deve automatizar todos os processos que possuem valor agregado, isso integra todos os sistemas, produtos, processos e máquinas, possuir equipamentos cujo sistema está interligado a toda uma rede de comunicação possibilita dados e resultados muito mais efetivos e valiosos (USTUNDAG e CEVIKCAN, 2018).

Diversos universos de possibilidades surgem quando se fala em digitalização, diversas ferramentas para fazer a integração dos equipamentos com escritório já possuem mercado, desde os mais simples até os mais complexos, para praticamente todos esses sistemas podem gerar as informações que se necessita (KAGERMANN, WAHLSTER e HELBIG, 2013). Normalmente nas pesquisas efetuadas, o conceito de digitalização ou em alguns casos chamado como indústria 4.0, estão interligados aos sistemas de manufatura enxuta já mencionados, desta forma se a instituição já aplica algum sistema do sistema *Lean Manufacturing*, com isso fica mais simples sua aplicação.

Segundo KOLBERG e ZÜHLKE, 2015 a digitalização permite a fusão entre o mundo virtual e o mundo real, este modelo de sistemática cria um novo cenário de indústria a qual impacta muito na manufatura das empresas, resultando em aumento de produtividade, oportunidade de novos modelos de negócios, aumento da flexibilização e customização dos produtos oferecidos pela indústria, o conceito vai muito além de uma simples digitalização, passando por uma brusca mudança na combinação de tecnologias.

Para Schwab, 2016 existem quatro principais mudanças que englobam a digitalização dos processos, as quais são esperadas pela indústria, e é a partir delas que a instituição pode se posicionar em relação aos resultados esperados pela mudança definida na implantação deste

sistema digital de gerir todas ou parcial informações absorvidas no processo produtivo e levados ao ambiente digital, que são eles:

- a) mudança nas expectativas dos clientes;
- b) processos mais produtivos e inteligentes;
- c) novos meios de colaboração e cooperações;
- d) transformação no método operacional e modelo digital.

Os modelos de digitalização dos processos nos possibilitam a infinitas melhorias nas quais ainda são desconhecidas em processos não digitais, as adaptações no processo passam aumentar devido aos operados estarem ligados as funcionalidades, além de surgirem novas oportunidades de melhoria que também serão inúmeras. Além dos benefícios já mencionados a digitalização eleva o nível da empresa a padrões nos quais possibilita utilizar deste diferencial como meio de obtenção de novos públicos de clientes, mostrando que o produto em questão é monitorado desde o início do processo até o fim, ou até mesmo ser monitorado pelo cliente final de onde ele estiver (GOUVÊA, 2016).

Baseado nesta visão geral existe um processo de digitalização proposto por pessoas e empresas do ramo, este procedimento está dividido em cinco etapas, as quais nos mostram os pilares a seguir durante a implantação, e dizem a respeito da importância de a empresa agir de acordo com o discurso que ela promove. Sendo assim, é preciso que a gestão de uma empresa olhar sobre quais são os comportamentos que devem ser encorajados pelo negócio, a ponto de refletir na cultura organizacional, influenciando a equipe de colaboradores e despertando a atenção do público-alvo.

Podemos dividir estes cinco pilares da seguinte forma, o primeiro deles diz a respeito da “Busca por resultados”, este é o primeiro passo para a transformação digital e buscar por resultados satisfatórios, para isso precisa-se estudar as métricas é uma questão fundamental. Conseguir olhar para dentro dos seus próprios problemas é fundamental, observar estes pontos e desenvolver melhorias é o foco para obter sucesso durante a digitalização de processos. A tecnologia tem se tornado uma grande aliada para as melhorias e integração dos sistemas e processos, conectando diversos setores e agilizando, tornando mais transparente as informações entre equipes.

Na sequência pode ser observado o “Foco no cliente”, o negócio onde se atua precisa ter conhecimento sobre o seu público alvo, com foco na busca a atender a necessidade e não apenas dedicar esforços a sua produtividade, mas sim, em todas as medidas a fim de gerar a satisfação do seu cliente. Essa decisão não passa apenas pelo setor de marketing, mas precisa ser integrada entre todas as partes de uma empresa. Em outras palavras, é preciso que a cultura

organizacional esteja focada na satisfação dos clientes e na inovação para alcançar um público cada vez maior, quando se consegue que a cultura da empresa esteja focada no cliente a qualidade e produtividade aumenta por simples consequência dentro da instituição na qual está sendo aplicada.

O próximo pilar está ligado a “Gestão corporativa”, este deve de ser um dos pilares mais fortes dentro da empresa que está sendo implantada a digitalização de processos, quando existe uma “liderança exemplo” alinhado com a transformação digital, é mais fácil de construir uma cultura organizacional inovadora para a instituição, por meio de ações que incentivam a toda equipe, desse modo, aqui o foco se volta nas atitudes e não nas palavras da gestão. Com líderes engajados e motivados, é possível passar os valores e a filosofia da empresa para todos os colaboradores, o desempenho da equipe se alinha com os objetivos estabelecidos e a gestão tem mais confiança no trabalho de todos, criando um ambiente organizacional mais agradável de se conviver e mais harmônico.

O quarto pilar para implantação da digitalização fala sobre a “Valorização dos talentos”, além do engajamento da gestão, a participação dos colaboradores é fundamental para o ter uma boa implantação e aplicação da digitalização, onde eles possam se sentir bem e valorizados no seu local de trabalho. Fornecer um bom ambiente aos funcionários da empresa auxilia no bom funcionamento do sistema, evitando sobrecargas favorece para que o colaborador tenha uma boa cooperação no seu trabalho, uma cultura organizacional baseada na comunicação, incentivo e respeito é uma das bases para uma empresa do futuro.

Por fim o ultimo pilar para a digitalização de processos diz a respeito da “Inovação”, além dos passos anteriores, a empresa precisa ter ideias, por mais mirabolantes que sejam, é preciso ter um pensamento jamais pensado anteriormente, o importante é tomar decisões aplicáveis e que levam o negócio ao desenvolvimento alinhado com as expectativas do mercado e com as necessidades dos clientes. Desse modo, é possível associar a transformação digital com a cultura organizacional para promover cada vez mais inovações, a ponto de destacar o negócio no mercado e obter mais sucesso, se destacando dos demais concorrentes que a empresa possa possuir.

2.3 FERRAMENTAS PARA MELHORIA DAS PERDAS

Existem diversas ferramentas da qualidade direcionadas a melhorias de processo, todas ou grande parte delas já comprovaram seu funcionamento e eficácia nas resoluções de

problemas em processos produtivos, com base nisso, nos próximos tópicos olha-se algumas ferramentas que serão utilizadas para implantação deste trabalho.

2.3.1 5W2H

A ferramenta 5W2H surgiu no Japão, com a finalidade de melhorar o planejamento e organizar melhor as atividades demandadas, inicialmente ela foi desenvolvida e bastante utilizada por profissionais do setor automotivo para contribuir com os planos de ação, a ferramenta funciona fazendo o mapeamento das atividades, definir prioridades, responsáveis por cada ação, definir qual o tempo necessário para o ajustar este problema ou melhoria. Utiliza-se de check-list que organiza e monitora, aumento a clareza das demandas necessárias em qualquer tipo de departamento (PETENATE, 2018).

Este sistema é bastante utilizado para desvendar problemas e descobrir soluções, este sistema consiste em uma série de perguntas focadas no processo no qual está sendo aplicado/analísado (MAICZUK; JÚNIOR, 2013). Segundo Polacinski, (2012) a utilização deste método consiste em montar um plano de ação das funções definidas que tem a necessidade de serem desenvolvidas com a maior clareza possível, além de funcionar como um mapeamento dessas atividades. Também tem como objetivo principal responder a sete questões e organizá-las.

A técnica do 5W2H consiste em responder algumas questões, as quais levaram a resolução do problema que se possui, na tabela abaixo exemplifica-se as questões.

Tabela 1 – Questões do plano de ação

Método do 5W2H			
5W	What?	O que?	Qual ação deverá ser executada?
	Who?	Quem?	Quem deverá executar?
	Where?	Onde?	Onde será executada a ação?
	When?	Quando?	Quando será executado?
	Why?	Porque?	Porque deve ser executado?
2H	How?	Como?	Como deverá ser feito?
	How Much?	Quanto Custa?	Quanto vai custar para executar?

Fonte: O autor (2021)

Quando se consegue responder estas questões fica muito mais fácil de organizar e solucionar os problemas que existem, facilita na tomada de decisões e auxilia na assertividade

das ações tomadas. Apesar de ser uma ferramenta bastante simples, ela é muito eficaz na análise dos processos, gerando um bom diagnóstico do processo ou equipamento, auxiliando na criação de planos de ação e padronizando os procedimentos.

2.3.2 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA foi utilizado inicialmente após a segunda guerra Mundial, o Japão nesta época o país sofria muito com uma devastação que ocorreu e precisava se reerguer, buscando aumentar o seu controle em qualidade. Após a derrota do país na guerra as forças americanas ordenaram que a indústria de telecomunicações criasse um sistema mais eficiente para o controle de qualidade, pois essa dificuldade dificultava o controle americano sobre o Japão (Kume, 1993).

O PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais CAMPOS (1991). Basicamente o PDCA consiste em realizar análises e efetuar melhorias de forma contínua, e com a finalidade de continuar esse processo diversas vezes, pois sempre haverá uma melhoria para ser aplicada. A ferramenta auxilia muito no diagnóstico, análise e prognósticos de problemas de uma instituição, sendo bastante eficaz para melhorias de processos.

O ciclo PDCA é dividido em quatro partes, em cada uma delas podem ser observados pontos de análise e tomada de ações, por ser tratar de um ciclo, existe um passo a passo a ser seguido para melhor obtenção dos resultados. Para iniciar, o primeiro ponto a ser verificado é o “*Plan*”, que em português significa “Planejar”, e consiste em estabelecer os objetivos de melhoria, buscando entender todo o seu conceito e trazer os resultados esperados. Nesta etapa deve-se localizar o problema, analisar a causa que está gerando este fenômeno e análise do processo (Werkema, 1995).

Partindo para a segunda parte do ciclo, tem o “*Do*”, que significa “Fazer”, nesta etapa tem como característica olhar o planejamento efetuado no planejamento e executar as ações, criar cronogramas para facilitar o andamento do projeto é bastante útil para ter uma organização maior dos processos que estão sendo feitos.

Passando para o próximo ponto, tem o “*Check*”, neste momento com as ações já feitas, deve ser feita a verificação e comparação do que foi realizado junto ao planejado, para que não possua divergências, deve-se observar também se os problemas foram solucionados ou não, ou se algum outro problema oriundo da execução tomada não surgiu.

Por fim tem o “*Action*”, que significa “Agir”, nesta etapa após consolidar que as ações tomadas são eficazes e os resultados satisfatórios, a generalização da melhoria deve ser feita, tornando essa melhoria um padrão, replicando para os demais equipamentos ou envolvidos, para que essa situação não volte a acontecer, ou se acontecer a solução seja muito mais rápida e efetiva, eliminando todos esses passos mencionados.

2.3.3 OEE

A próxima ferramenta que será apresentada será o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), ela tem como conceito medir a eficiência dos equipamentos e medir as perdas que neles possuem, mapeando o trabalho executado de um devido equipamento e monitorando onde cada uma das perdas do processo está relacionada. O OEE é amplamente aceito como medição primária para a fábrica que auxilia a avaliação dos equipamentos e que estabelece uma disciplina para melhoria. Porém, ao se restringir à medição do desempenho de equipamentos específicos e não abranger a interação com recursos relacionados, sua utilização acaba sendo confinada a um contexto local (MUTHIAH e HUANG, 2007).

Medir o desempenho das máquinas é muito importante para saber onde deve-se analisar o processo e implantar melhorias, sem essa visão pode-se estar gastando tempo e dinheiro em melhorias que não surtirão nenhum efeito beneficente para a corporação. Quando se mede os indicadores de cada máquina, torna-se um meio muito mais simples de fazer comparações e ajustes, outra situação é a facilidade em identificar a origem de alguns problemas que não precisam ser especificamente do equipamento que está sendo analisado (HANSEN, 2006).

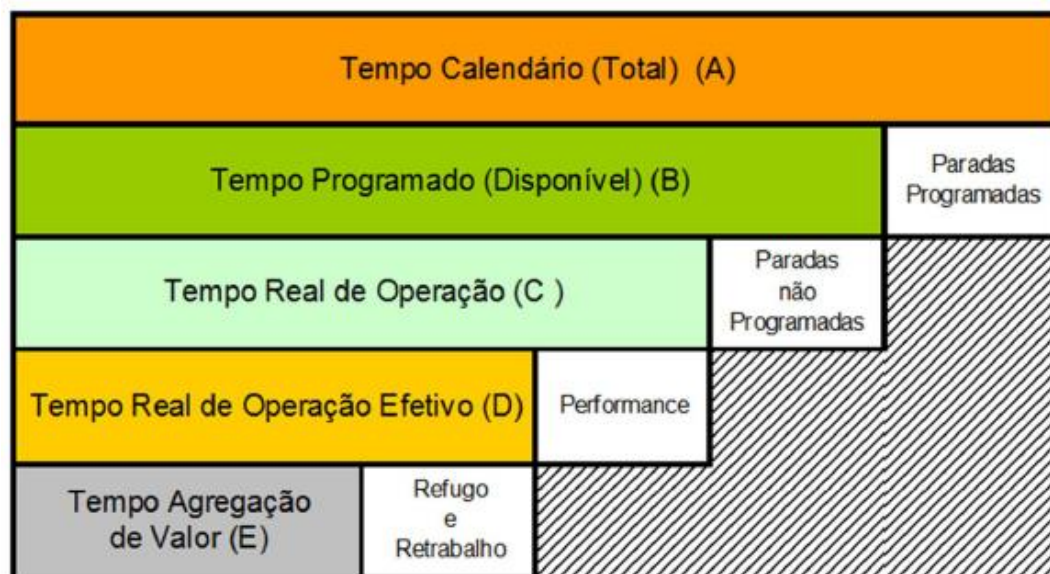
O IROG consiste em uma metodologia destinada a medir a performance e apontar melhorias nos postos de trabalho. Visa incrementar a utilização dos equipamentos, buscando a otimização dos mesmos, aumentando as suas capacidades por meio da melhoria contínua aplicada por meio de ações implantadas no dia-a-dia.

O método de controle dos equipamentos “representa a razão entre o tempo de valor agregado, em termos de peças ou produtos (numerador), pelo tempo total disponível para se realizar a produção no equipamento (denominador)”, para isso pode ser calculado através da Equação 1.

$$\mu_{global} = \sum_{i=1}^n \frac{(\sum_{i=1}^n tp_i * q_i)_{peças boas}}{T} \quad (1)$$

Onde tp_i indica o tempo de ciclo da peça i , q_i representa a quantidade de peças de qualidade produzidas e T o tempo disponível no equipamento (TEEP considera o tempo calendário e OEE o tempo disponível que é o calendário com as paradas programadas descontadas, conforme Figura 1).

Figura 1 - Relação entre tempo e índices de eficiência



Fonte: Uma revolução na produtividade (2013)

No mesmo contexto, o cálculo do IROG pode ser aprofundado através do desdobramento da eficiência global em índices parciais. Esse desdobramento tem por finalidade facilitar o seu entendimento e identificar as principais causas das ineficiências observadas no posto de trabalho. Deste modo, o IROG pode ser calculado pela multiplicação dos índices de tempo operacional, performance operacional e produtos aprovados, conforme Equação 2.

$$\mu_{global} = \mu_1 * \mu_2 * \mu_3 \quad (2)$$

μ_1 - Índice de Tempo Operacional (Disponibilidade): Este índice de disponibilidade representa o tempo total disponível do equipamento. Quanto menor for este valor, maior será o potencial de aumento de utilização da máquina, pois um baixo valor indica que o equipamento sofreu muitas paradas. A fórmula utilizada para determinação é apresentada pela Equação 3.

$$\mu_1 = \frac{T - \sum \text{Tempo de Paradas Não Programadas}}{T} \quad (3)$$

μ_2 - Índice de Desempenho Operacional (Performance): Aqui, avalia-se o desempenho da máquina e está ligado diretamente com a performance do equipamento e dos operadores, pode-se utilizar para fins de cálculo a Equação 4 ou a Equação 5.

$$\mu_2 = \frac{T - \sum \text{Tempo de Paradas Não Programadas} - \sum \text{Queda de Velocidade}}{T - \sum \text{Tempo de Paradas Não Programadas}} \quad (4)$$

ou

$$\mu_2 = \frac{\mu_{global}}{\mu_1 * \mu_3} \quad (5)$$

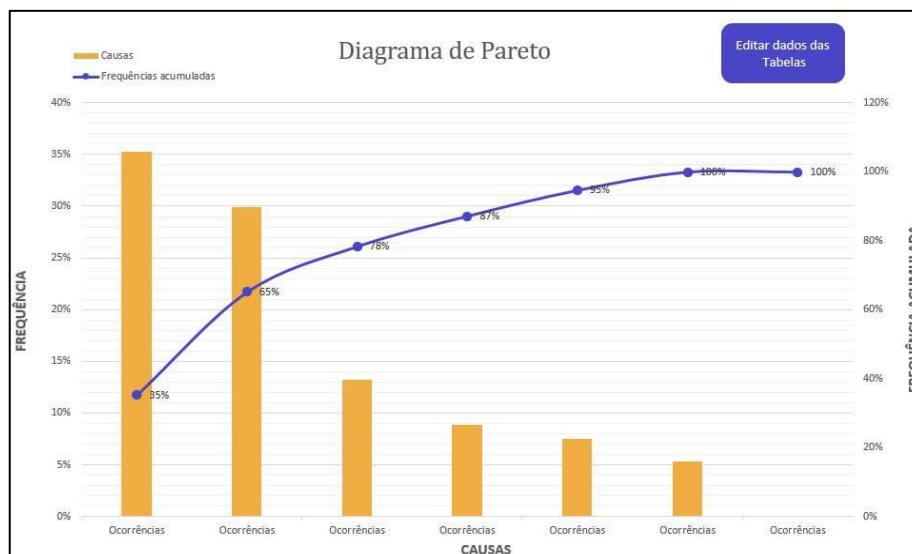
μ_3 - Índice de Produtos Aprovados (Qualidade): Está relacionado com a qualidade das peças produzidas, ou seja, ele promove uma comparação entre a quantidade de peças boas e a quantidade de peças rejeitadas, conforme Equação 6.

$$\mu_3 = \frac{(\sum_{i=1}^n tp_i * q_i)_{peças boas}}{(\sum_{i=1}^n tp_i * q_i)_{peças boas} + (\sum_{i=1}^n tp_i * q_i)_{peças retrabalhadas}} \quad (6)$$

2.3.4 Gráficos de Pareto

Quando é medido a eficiência de um equipamento ou o desempenho de um grupo de máquinas, vários dados são gerados e comparações podem ser efetuadas, o grande motivo para isso é poder comparar o que cada um destes recursos está fazendo que está gerando melhor desempenho que os demais, quando possui essa base de dados com todas as informações pertinentes para a empresa, um ótimo método que pode ser utilizado são os gráficos de Pareto, com esta ferramenta a comparação dos dados fica mais visíveis e geram informações simples de serem analisadas (HARRINGTON, 1988).

Figura 2 - Exemplo de gráfico de Pareto



Fonte: Ferramentas da qualidade (2021)

A ideia do gráfico de Pareto não é identificar causas, mas sim mostrar onde verificar as distribuições desiguais dos dados, quando se olha para um gráfico deste tipo, pode-se perceber que sua distribuição e o que está impactando mais em cada situação, com isso é possível elencar onde deve-se “atacar” com maior urgência, pois é o que está puxando nossa eficiência, desempenho ou qualidade para baixo. Quando as informações estão todas organizadas e resumidas da forma clara, a tomada de decisão fica muito mais rápida de ser feita, o grande detalhe está em gerar as informações de forma correta, depois disso a tabulação e à análise ficam muito mais fácil (WALTON, 1986).

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Nesse capítulo, será apresentado os cenários da empresa, mostrando as principais características e dados que induziram a ideia inicial e que possibilitaram o desenvolvimento do mesmo, tem como objetivo exemplificar os processos atuais e sistema utilizado pela empresa para fazer a medição dos seus indicadores.

3.1 CENÁRIO ATUAL

Na empresa em questão, os indicadores de eficiência são gerados a vários anos utilizando o método de OEE, essa prática começou com a contratação de profissionais com conhecimento nestes métodos, após estas modificações foi iniciado a implantação dos controles, e modificações na cultura da empresa, junto com estas alterações os colaboradores foram sendo treinados, multiplicadores foram se formando e cada vez mais os conhecimentos foram sendo aplicados.

Atualmente o sistema de controle de eficiência da instituição possui um certo “*delay*”, o que acaba gerando dificuldade em gerar os atuais dados no qual estão acontecendo no momento. Hoje cada equipamento que tem seu indicador de eficiência, possui um diário de bordo, onde o operador faz o apontamento de cada uma das paradas que acontecerem durante o turno de trabalho no processo produtivo durante todo o dia, desde uma pequena parada, até uma maior parada, tudo precisa estar apontado. Para facilitar o processo, cada uma das paradas do processo está cadastrada em uma tipologia, onde cada parada tem um número e descrição, o responsável pelo apontamento precisa apenas mencionar o código desta parada, e em caso de não ficar muito bem explicativo a informação da tipologia com o real acontecimento, deve-se informar em um campo de observações a explicação mais completa do motivo da parada.

Figura 3 - Modelo de tipologia, códigos e observações

Observações	Código	Descrição tipologia
	101	CONTROLE DA QUALIDADE / GRAMATURA - PNP
	102	CONSULTA ORDEM DE PRODUÇÃO/ROTEIRO/DESENHO ERRADO - PNP
	103	FALTA DE AR COMPRIMIDO - PNP
	104	FALTA DE EMPILHADEIRA - PNP
	105	FALTA DE ENERGIA EXTERNA - PP
	107	FALTA DE LASTRO/PALLET - PNP
	108	FALTA DE OPERADOR - PNP
	109	FALTA DE PEÇA - PNP
	110	FALTA / TÉRMINO DO PROGRAMA - PCP (ASSINATURA DO SUPERVISOR) PP

Fonte: O autor (2021)

Após o preenchimento do diário de bordo, no dia seguinte as folhas são encaminhadas para o setor de engenharia para fazer a conferência dos dados informados e digitalização das informações, para posterior análise dos resultados, para fazer a digitação dos dados demanda muito tempo, pois existe uma grande quantidade de máquinas que possuem o controle de eficiência, e uma quantidade de dados informados em cada um dos diários de bordo. Quando o responsável pela digitação está compilando os dados no sistema, e percebe que possui alguma divergência, ele precisa enviar novamente ao processo para ajuste, e posterior digitalização e para ter os dados completos. Por fim após todo o processo feito, os dados são compilados utilizando as fórmulas de cálculos apresentadas anteriormente, e transformando os dados em gráficos e relatórios para que os gestores e responsáveis possam fazer as análises e melhorias.

Figura 4 - Exemplo de compilação dos dados

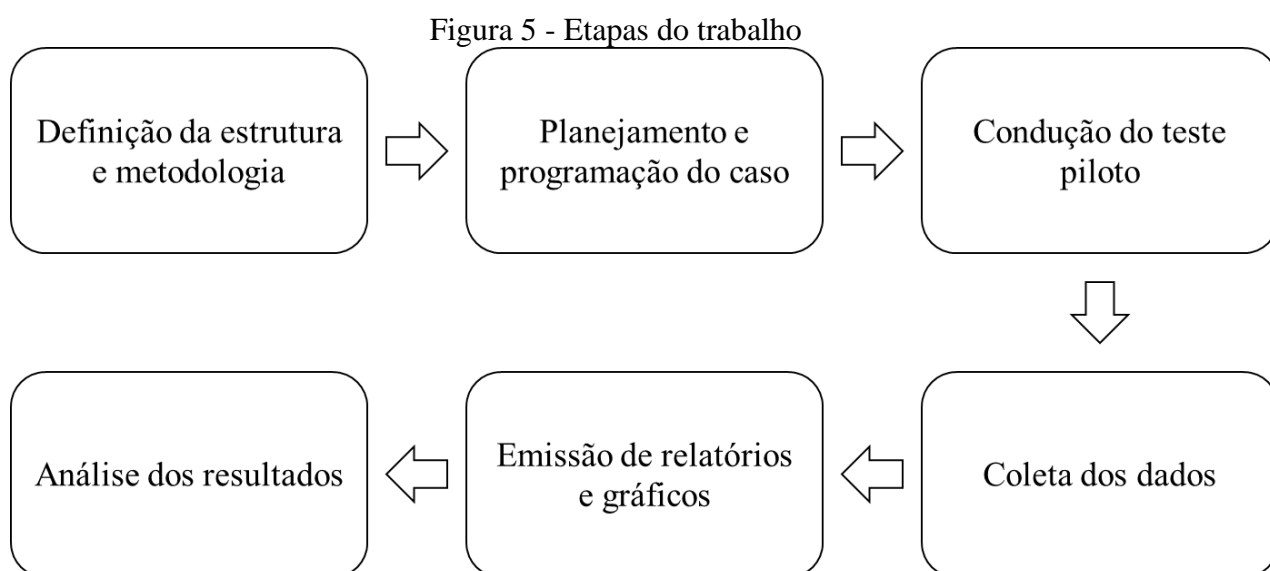
DIA / TURNO	Paradas		T. Disponível		Tempo Real	Refugo Min	Produção		Global	Eficiência OEE		
	Prog.	Ñ Prog.	TEEP	OEE			Total	Min		µ1	µ2	µ3
T3	0	0	0	0	0	0	0	0				
T1	1162	1151	8652	7490	6339	46	79381	5292	71%	85%	84%	99%
T2	1822	775	8208	6386	5611	27	74013	4934	77%	88%	88%	99%
TOTAL	2984	1926	16860	13876	11950	74	153394	10226	74%	86%	86%	99%
4 1	45	67	738	693	626	2	7363	490,87	71%	90%	79%	100%
4 2	135	63	702	567	504	4	6081	405,40	71%	89%	81%	99%
4 T	180	130	1440	1260	1130	6	13444	896,27	71%	90%	80%	99%
5 3	0	0		0	0	0	0	0,00				
5 1	45	67	738	693	626	2	7771	518,07	75%	90%	83%	100%
5 2	115	35	567	452	417	2	5514	367,60	81%	92%	89%	99%
5 T	160	102	1305	1145	1043	4	13285	885,67	77%	91%	85%	99%
6 3	0	0		0	0	0	0	0,00				
6 1	45	54	598	553	499	4	5262	350,80	63%	90%	71%	99%
6 2	115	40	567	452	412	3	5392	359,47	80%	91%	88%	99%
6 T	160	94	1165	1005	911	7	10654	710,27	71%	91%	79%	99%
7 3	0	0		0	0	0	0	0,00				
7 1	45	100	598	553	453	8	6101	406,73	74%	82%	91%	98%
7 2	115	39	567	452	413	1	5437	362,47	80%	91%	88%	100%
7 T	160	139	1165	1005	866	9	11538	769,20	77%	86%	90%	99%

Fonte: Uma revolução na produtividade (2013)

Para fazer todo esse processo em média leva de dois a três dias, um dia para monitoramento do equipamento, mais um dia para a digitalização das informações e análise dos dados, porém, caso houver alguma divergência nos dados, e os diários precisarem voltar o processo a análise pode passar para o terceiro dia. Isso tudo ocasiona que algumas intervenções necessárias do processo podem demorar um pouco mais para ser executadas, pois dependem dos processos anteriores, além disso, no momento da digitação dos dados podem ocorrer erros nos dados informados no diário, ou até mesmo não perceber algum dado possa ter sido digitado errado, estes tipos de erros, apesar de serem raros de acontecer, podem ocasionar a análise equivocada das informações e perda de tempo e energia em pontos de perda que na verdade não é o real motivo.

3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

Buscando melhorar o sistema e metodologia atual, foi explorado a ideia de desenvolver um sistema que contabilize todas as informações atuais, porém, de forma muito mais rápida e precisa, evitando possíveis erros dentro do processo. Para fazer esse processo algumas etapas foram elaboradas, buscando facilitar e manter organizado cada uma das partes.



Fonte: O autor (2021)

3.2.1 Definição da estrutura e metodologia

A definição da estrutura e metodologia será a mesma que atual, porém, algumas melhorias serão aplicadas, aumentando a tecnologia no momento de coleta dos dados no chão

de fábrica, inserindo um computador ou outro meio de coleta, que elimine a posterior digitação e que facilite o trabalho do operador de ficar escrevendo, além disso, utilizando meios nos quais reduzam a possibilidade de adicionar informações erradas, alertando o responsável pelas imputações dos dados os erros, para que implicitamente exista um treinamento contra estes enganos/equívocos.

3.2.2 Planejamento e programação do caso

Para o planejamento e programação deve-se observar qual a melhor sequência de informações que o sistema irá receber, qual a melhor linguagem de programação na qual se adapte ao sistema utilizado pela instituição, que possua o menor custo-benefício e fácil de programar e qual meio ficará menos complicado de se preencher, facilitando a inclusão dos itens, reduzindo a quantidade dos dados, para que o processo se torne bastante ágil, o sistema deve possuir também uma interface bastante didática, que visualmente já fique autoexplicativa para qualquer um que utilizar. Limitar os locais de acesso, para reduzir a possibilidade de quem for mexer de entrar em locais que possam alterar os dados ou travar o sistema, pois isso implicaria na perda de parcial ou de todos os dados produzidos no dia.

Além das especificações básicas do funcionamento todo o sistema deve estar interligado a um banco de dados, onde as informações sejam carregadas a partir dele, pois quando precisar fazer alguma alteração em mais que um equipamento, ou ajustes de rotina, seja alterado apenas em um único lugar, não precisando repassar em todos os mecanismos de coleta. Este banco de dados deve conter todas as variáveis pertinentes para o funcionamento dentro de um formato de arquivo fácil de carregar, não dificultando no momento de execução do sistema central, além disso essa base de informações deve apenas servir para consulta, e não permitir gravação dentro dele pelo sistema operador, apenas para os programadores ou responsáveis pelo funcionamento.

Por fim, todos os dados gerados devem ser exportados de forma a não ficar sobrecarregando o sistema operacional e nem ficar agregando muito dados a sua base de operação, deve-se buscar qual é a melhor frequência de exporte dos dados na qual a instituição deseja, ou conforme o funcionamento fornece. Recomenda-se exportar os dados em arquivos com baixa taxa de dados, outra ideia é nomear os arquivos com a informação na qual ela representa, como por exemplo, nome do equipamento, data das informações, turno de operação da máquina em questão, entre outras formas de arquivação isso tudo com o intuito de agilizar a busca quando diversos arquivos existirem.

3.2.3 Condução do teste piloto

Para iniciar o processo, um teste piloto deve ser programado, para concretizar todo o planejamento efetuado anteriormente, e podendo verificar possíveis erros ou até mesmo alguns pontos de melhoria. Para fazer o teste piloto utiliza-se apenas um equipamento, é feito a instalação de todo o sistema, treinando os operados que executarão o processo de coleta, e monitoramento durante o tempo que seja necessário, tempo no qual foi planejado anteriormente na etapa um do processo de implantação, para sanar todas as dúvidas. Junto ao sistema em funcionamento, deve-se conduzir em paralelo o modelo atual de coleta para fins de comparação dos resultados que estão sendo obtidos. Além disso tudo controlar os tempos que estão sendo levados para efetuar todo o trabalho, com a finalidade de comparação com o processo atual.

3.2.4 Coleta dos dados

Nesta etapa do processo, com o sistema já instalado e funcionando, pode-se iniciar com a coleta dos dados, sendo possível iniciar a mensuração de todas as perdas durante o processo, pois as informações já estarão digitalizadas, permitindo o processamento e tratativas das paradas, verificar se as informações disponíveis são suficientes e necessárias para posterior análise. Possuir dados completos e detalhados ajuda muito para futuras melhorias ou implementação de melhorias, além disso, montar um relatório organizado facilita na interpretação dos resultados nos quais se busca. Para ajudar na coleta dos dados, pode-se utilizar de mecanismos, nos quais eliminam a possibilidade de inclusão de dados incorretos, ou que auxiliem na precisão das informações que estão sendo captados.

3.2.5 Emissão de relatórios e gráficos

Com os dados todos em mãos, precisa-se fazer a tratativa destas informações e contabilizar os itens todos em um mesmo local, fazer a junção dos dados em um único local, para isso a criação de relatórios e gráficos, estes meios de facilitam e transformam todos aqueles amontoados de informações em uma maneira de visualização mais simples e rápida. Estas ferramentas são extremamente uteis para ilustrar as descobertas de forma clara e concisa.

Para fazer essas ilustrações existem diversas formas de gráficos, como por exemplo, gráfico de barras, gráfico de pizza, gráficos de linhas, entre outros modelos, o mesmo acontece para os relatórios, todos esses modelos devem ser utilizados conforme a necessidade da

instituição na qual está sendo aplicado, ou conforme a necessidade das informações, de modo aos dados ficarem claros e simples nas análises que serão feitas.

3.2.6 Análise dos resultados

Por fim, com os resultados em mão, provenientes dos relatórios e gráficos anteriormente desenvolvidos, os gestores e demais responsáveis pela análise dos dados conseguem tomar ou efetuar decisões com maior assertividade e agilidade quanto ao processo, conseguindo intervir na produção antes mesmo que grandes perdas ocorram. Devido a isso, caracteriza-se a importância de todo o processo estar ocorrendo de forma conjunta e com alta precisão das informações, pois se o apontamento inicial estiver errado, toda a sequência poderá ser comprometida.

A partir destas informações a probabilidade de aumento de eficiência no processo fabril é muito grande, devido ao ganho de tempo no retorno dos dados e na emissão e análise dos resultados.

4 RESULTADOS

A partir das informações buscadas nos tópicos anteriores podemos seguir com a parte de programação do sistema de coleta de dados, implantação no programa na planta fabril, treinamento dos envolvidos, apresentação para gestores e coletado dos resultados obtidos na aplicação. Todos os pontos mencionados serão tratados e exemplificados nos próximos capítulos.

4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO

Tendo em vista que o mundo como um todo está partindo para um horizonte onde a tecnologia cada vez mais está “tomando conta” de tudo que está ao nosso redor e que precisa-se estar interligado a este meio, onde tudo pode ser encontrado ou localizado em nossas mãos a partir de qualquer aparelho telefônico, tablet ou qualquer outro hardware com esse intuito.

A partir disso, foi visto a possibilidade de implantar um mecanismo que otimizasse o tempo dos operadores no chão de fábrica, dos assistentes que fazem a digitalização dos diários de bordo que fazem o controle do OEE, juntamente com a agilidade em obter os resultados providos do dia no qual está sendo feito o controle e monitoramento, aumentando a confiança das informações que o operador está adicionando ao diário de bordo entre outras melhorias que podem ser adicionadas ao andar do projeto.

Sabendo destas possibilidades foi apresentado a ideia para a gestão da empresa em questão para validação do projeto e apoio em possíveis pontos que fossem necessários, a partir da apresentação e aprovação dos gestores as primeiras análises puderam ser iniciadas, onde foi identificado que deveria ser criado um cronograma para todas as etapas do projeto, responsáveis e um projeção de termino para cada uma destas fases. Seguindo essa lógica foi feito uma comparação entre o sistema já existente, que funciona de forma bastante eficaz, com o modelo proposto para identificar possíveis semelhanças nas quais poderiam ser utilizadas sem precisar fazer tudo a partir do zero, além disso foi avaliado alguns pontos onde seria importante manter o padrão ou seguir o mesmo raciocínio já existente para que não ocorresse nenhum erro onde houvesse a necessidade de mudar o projeto durante a sua execução. Posteriormente foi elencado a importância de cada um dos itens e coloca-los em uma sequência que nenhuma das etapas atrasasse por conta de alguma outra, tendo todas estas informações em mão o cronograma pode ser desenvolvido e controlado suas etapas para que tudo ocorra dentro dos prazos estipulados inicialmente e poder ter resultado satisfatório de cada processo.

Figura 6 - Cronograma de implantação

CRONOGRAMA DE INSTALAÇÃO - PROJETO COLETA DE DADOS NO CHÃO DE FÁBRICA																																								
Ações	Responsável	Mês																																						
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setemb																														
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37		
1	Engenharia																																							
1.1	Definir layout de programa																																							
NI																																								
1.2	Definir equipamento que receberá o programa																																							
NI																																								
1.3	Definir informações a serem coletadas																																							
NI																																								
1.4	Definir ponto de instalação do computador																																							
NI																																								
1.5	Desenvolver lógica de programação geral																																							
NI																																								
1.6	Ajustar algoritmo para o equipamento desejado para coleta																																							
NI																																								
1.7	Realizar Testes de funcionalidade																																							
NI																																								
1.8	Solicitar balcão para instalação do computador																																							
NI																																								
1.9	Treinar operadores e demais envolvidos sobre o funcionamento																																							
NI																																								
2	Manutenção																																							
2.1	Montar sistema de coleta e exportação de arquivo da máquina																																							
NI																																								
2.2	Instalar sistema na máquina																																							
NI																																								
2.3	Instalar rede elétrica de alimentação																																							
NI																																								
2.4	Instalar ponto de rede ethernet																																							
NI																																								

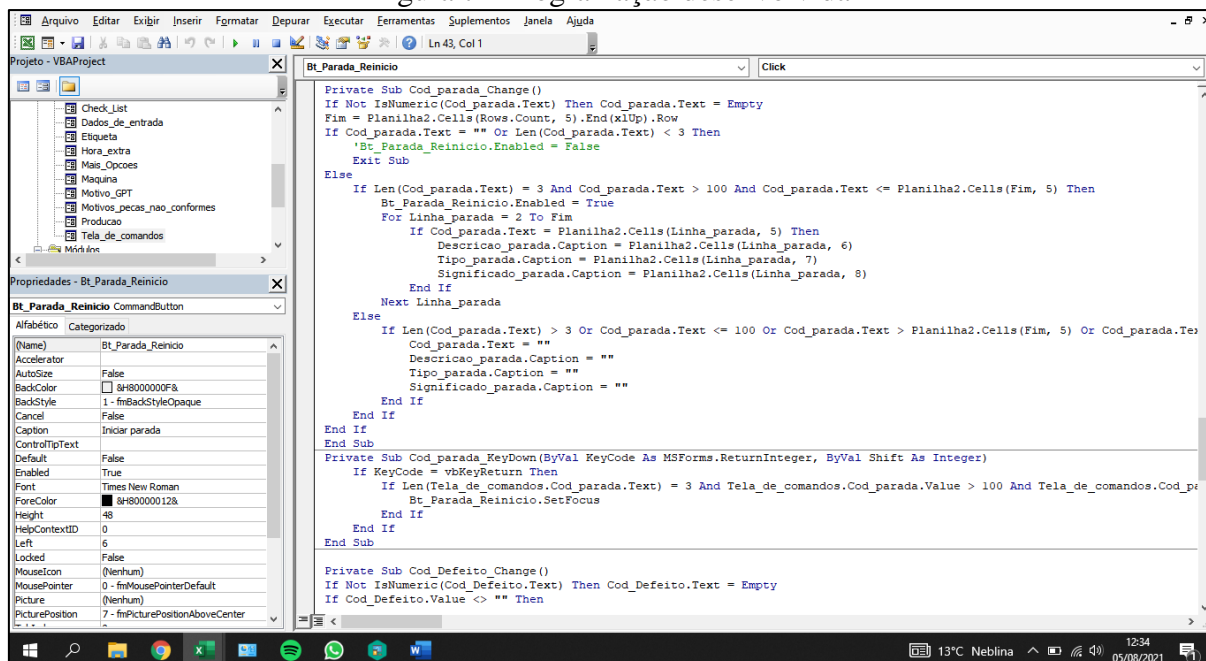
Fonte: O autor (2021)

Dentro das etapas iniciais precisa-se identificar onde será implantado o sistema, para essa escolha orienta-se fazer em um local onde a dificuldade de implantação seja média, para que o projeto não se torne inviável antes mesmo de iniciar, e nada muito simples que não mostre as possíveis dificuldades dos demais equipamentos. Além desta avaliação, é importante que a execução do projeto seja feita em alguma máquina na qual venha a agregar ao modelo já existente, não ficando apenas como um projeto comum. Partindo do ponto onde já existe a máquina onde será feita a instalação do sistema é importante verificar qual a melhor linguagem de programação e programa a ser utilizado para desenvolver o protótipo e versão final do sistema. Para isso foi utilizado alguns modelos para análise em três linguagens: Python, Visual Basic for Applications (VBA) e PHP. Entre as linguagens disponíveis e analisadas a que melhor se encaixou ao modelo proposto, plataforma interativa, custo e conexão com os demais programas já utilizados na instituição, foi o sistema VBA, sistema desenvolvido pela Microsoft, e que tem ligação com todo o pacote de serviços do Office.

Seguindo com a implantação, é necessário efetuar um esboço de como vai ficar as telas do programa, onde cada informação se liga com as outras telas e comandos, quais caixas de diálogo estará habilitada em cada momento, quais informações ficará disponível para os usuários utilizar, quais e quantos níveis vai possuir e o que cada um deles permitirá executar quando ativos, entre outras necessidades que cada modelo exigir. Desta forma, com o esboço feito é possível dar início a fase de desenvolvimento das telas e da programação dos algoritmos que executará cada uma das rotinas necessárias dentro do sistema. Um ponto muito importante dentro da programação quando se está escrevendo os códigos é a declaração das variáveis e buscar colocar o mínimo possível de linhas de código, isso auxiliará na agilidade do

processamento e na garantia que as informações que cada variável estará recebendo está de acordo com o a informação que está sendo abastecida.

Figura 7 - Programação desenvolvida



Fonte: O autor (2021)

Com a programação feita, o próximo passo a ser aplicado é a verificação de possíveis erros, tudo deve ser testado, pensando em todas as hipóteses nas quais o usuário poderá executar, desta forma a garantia que tudo funcionará corretamente aumenta, cálculos devem ser revisados, entre outras possibilidades de testes podem ser executados. Foi solicitado a um colega que a utilizar sem uma prévia apresentação de como o sistema funciona ajuda na execução dos testes, e ainda pode ser localizado algumas melhorias que antes não havia sido pensado. Após todos estes processos uma nova apresentação foi feita aos gestores envolvidos, para validar as opções existentes e alinhamento dos últimos detalhes da implantação.

A ferramenta VBA (Visual Basic for Application), que será utilizada no processo de automação das rotinas de programação e coleta dos dados da fábrica, teve seu início no ano de 1991, surgindo a primeira versão, seu surgimento foi oferecido inicialmente apenas para o sistema operacional Windows, com funções limitadas e poucos recursos, em 1992 sua versão foi expandida para o MS-DOS (Microsoft Disk Operating System) sistema comprado pela empresa Microsoft, para ser utilizado na linha de computadores da IBM. Nos anos seguintes expansões foram sendo adicionadas e o sistema foi integrada ao pacote office da Microsoft no Excel 5 em 1994.

Para fazer a programação existem algumas regras a serem seguidas para o bom andamento do projeto, como por exemplo a declaração das variáveis, onde definimos como

cada variável vai se comportar ou receber de informação. Podemos definir as variáveis em duas partes, o que chamaremos de “Variáveis 1” para os métodos de declaração, se elas serão utilizadas apenas no modulo ou em todo o projeto, se vai ser utilizado alguma constante matemática, se vai ser uma privada ou não, entre outras maneiras de declaração que pode existir. Para o segundo modo de declaração que chamaremos de “Variáveis 2”, definiremos como cada uma destas variáveis irá se comportar, se vai receber informação apenas de verdadeiro ou falso, receberá apenas números, apenas datas, apenas texto, entre outros tipos.

Tabela 2 - Exemplo de variáveis de tipo 1

Declaração explícita de variáveis	Declarar uma variável VAR: Dim VAR
	Declarar uma variável VAR como sendo do tipo TYPE: Dim VAR As TYPE
Declaração implícita de variáveis	Possibilidade de não declarar variáveis
	Variáveis não declaradas ou sem declaração de tipo têm por defeito o tipo Variant
	Não permitir o uso de variáveis implícitas: Option Explicit
Visibilidade e longevidade de uma variável	Public: visível em todos os módulos e durante toda a execução
	Private ou Dim: visível dentro do seu módulo e durante toda a execução
	Dim: visível dentro do seu procedimento e durante a sua execução
	Static: visível dentro do seu procedimento e durante toda a execução
Constantes	System-defined constants: True; False; Null; Empty; Nothing
	Intrinsic constants (bibliotecas do VBA): Const LEFT_BUTTON = 1
	Symbolic constants: Const PI = 3,14

Fonte: Internet (2021)

Tabela 3 - Exemplo de variáveis de tipo 2

Variant	tipo genérico
Byte	0 até 255
Boolean	True ou False
Integer	-32.768 até 32.767
Long	-2.147.483.648 até 2.147.483.647
Single	-3,402823E38 até -1,401298E-45 (negativos) 1,401298E-45 até 3,402823E38 (positivos)
Double	-1,79769313486232E308 até -4,94065645841247E-324 (negativos) 4,94065645841247E-324 até 1,79769313486232E308 (positivos)
Currency	-922.337.203.685.477,5808 até 922.337.203.685.477,5807
Decimal	+/-79.228.162.514.264.337.593.543.950.335 (sem casas decimais) +/- 7,9228162514264337593543950335 (com casas decimais)
Date	1 de janeiro de 100 até 31 de dezembro de 9999
String	1 até aproximadamente 2 bilhões de caracteres (65.400 se tamanho fixo)
Type	definido pelo utilizador
Object	referência a objectos

Fonte: Internet (2021)

Além dos modelos de declaração das variáveis, é importante construir a programação lógica de forma a sua sequência estar coerente com o que precisa ser executado, a adição de condições de verdadeiro ou falso, loopings de rotinas onde faça uma varredura nas informações existentes, não esquecendo nenhum dado que possa ser importante para o andamento das funções necessárias. Para algumas dessas situações existem mais que um modo dentro do programa de desenvolvimento para efetuar a operação, mas os métodos mais utilizados para validação dos dados no sistema foi as condições de “If”, Or, “Else” e “End if” (Se, Ou, Se não e Fim se), para executar loopings o meio utilizado foi o mecanismo “For”, “Next” e “Exit for” (De, Próximo e Sair de), além destas, outros meios utilizados para conversão, ajustes de erros, validação de informações.

Figura 8 - Bloco de programação

```
Private Sub Cod_parada_Change()
If Not IsNumeric(Cod_parada.Text) Then Cod_parada.Text = Empty
Fim = Planilha2.Cells(Rows.Count, 5).End(xlUp).Row
If Cod_parada.Text = "" Or Len(Cod_parada.Text) < 3 Then
    'Bt_Parada_Reinicio.Enabled = False
Exit Sub
Else
    If Len(Cod_parada.Text) = 3 And Cod_parada.Text > 100 And Cod_parada.Text <= Planilha2.Cells(Fim, 5) Then
        Bt_Parada_Reinicio.Enabled = True
        For Linha_parada = 2 To Fim
            If Cod_parada.Text = Planilha2.Cells(Linha_parada, 5) Then
                Descricao_parada.Caption = Planilha2.Cells(Linha_parada, 6)
                Tipo_parada.Caption = Planilha2.Cells(Linha_parada, 7)
                Significado_parada.Caption = Planilha2.Cells(Linha_parada, 8)
            Exit For
        End If
        Next Linha_parada
    Else
        If Len(Cod_parada.Text) > 3 Or Cod_parada.Text <= 100 Or Cod_parada.Text > Planilha2.Cells(Fim, 5) Or Cod_parada.Text = "" Then
            Cod_parada.Text = ""
            Descricao_parada.Caption = ""
            Tipo_parada.Caption = ""
            Significado_parada.Caption = ""
        End If
    End If
End If
End Sub
```

Fonte: O autor (2021)

Na figura oito é possível de percebermos alguns dos comandos mencionados anteriormente e algumas informações obrigatórias para o funcionamento. Sempre que iniciado é necessário conter a informação de privacidade da Sub-rotina, onde ela pode ser definida como “Private” (Privada), a qual representa que será utilizada apenas dentro do módulo onde ela está escrita, “Global” (Global), neste caso a sub-rotina pode ser utilizada por qualquer modulo ou “form”, e se não colocar nenhuma privacidade a sub-rotina entende que pode ser utilizada por todos os módulos/forms conforme onde ele está escrito. Seguindo a lógica descrita um teste inicial é feito para validar se a informação que contem dentro da caixa de texto é número, caso a o resultado seja verdadeiro o sistema continua, caso o resultado seja falso automaticamente zera a informação adicionada a caixa de texto e termina a execução. Levando em consideração que a informação digitada são números e atende a primeira condição, um novo teste é feito para verificar se a quantidade de caracteres é diferente de vazio e igual a 3, somente seguirá na execução se o resultado for verdadeiro. Feito este processo um terceiro teste se inicia, efetuando

a validação do valor informado para que esteja dentro dos limites da tipologia que existe, mesma situação dos itens anteriores, somente segue caso o resultado seja verdadeiro. Passando de etapa inicia o looping em conjunto com mais uma validação “se” até encontrar o código informado no banco de dados, quando localizado três caixas de texto da tela principal recebem as informações do que representa o item e por fim sai do looping.

Em paralelo ao desenvolvimento da lógica de programação, algumas outras atividades eram efetuadas, como por exemplo a solicitação de configuração de um computador e instalação dos programas necessários para a execução do sistema de coleta de dados, além disso foi feita a solicitação de montagem de um módulo para alocar o computador próximo a máquina que foi escolhida como piloto na coleta das informações. Posteriormente a estas execuções, a instalação do projeto pode ser feita e novos testes “*in loco*” para garantir que os caminhos de rede estavam mapeados estivessem corretos e disponíveis, além de foi encontrado um erro devido a versão do programa onde foi escrito o algoritmo com a versão do programa onde foi instalado, feita a alteração, o sistema funcionou corretamente.

Após as devidas instalações feitas um treinamento com os operadores e pessoas envolvidas foi feito para alinhamento dos dados e explicação de como iria funcionar, qual a sequência de dados que deveria ser informado, tirar dúvidas que possivelmente poderiam existir, além de coletar informações que poderiam ter sido esquecidas de informar e por fim garantir que tudo sairia da forma planejada no início do projeto. Dentro de treinamento foi explicado apenas as funções nas quais competem aos operadores, pois não possui e necessidade de explicar toda a lógica de programação incluída por traz do sistema.

O sistema tem como função efetuar o registro das paradas a partir de ações e do “*input*” dos motivos pelo qual o equipamento está parado, sendo assim, quando o usuário responsável identificar uma parada no equipamento ele deve clicar na tecla “enter” do teclado que está conectado ao sistema, neste momento o sistema registra o horário de início de parada contabilizando que horas, minutos e segundos ocorreu tal situação, neste momento alguma caixas de diálogo são destravadas e o mesmo pode informar o motivo da no qual a parada se caracteriza, posteriormente novamente com a interação do usuário com mais um clique na tecla “enter” é possível finalizar a parada, deixando registrado todas as informações necessárias, na sequência do registro o sistema automaticamente efetua os cálculos de tempo em que a máquina ficou parada e salva em um arquivo “.TXT” para que os dados que estão sendo coletados na máquina possam ser acessados a qualquer momento pelos responsáveis para análise.

Para garantia de tudo que foi desenvolvido e que o processo está sendo efetuado, foi adotado a prática de além da coleta de dados via sistema, foi mantido o processo de apontamento

nos diários de bordo (folha), com isso é possível identificar possíveis erros que viessem a aparecer, e para fins de comparação dos apontamentos para que eles possuíssem apenas pequenas diferenças nos horários, porém as informações de tipologia devem estar iguais. Conseqüentemente com os dados em mão e colocadas nas planilhas de controle conseguimos comparar os percentuais atingidos e monitorar qual a performance está sendo alcançado em cada um dos controles.

Nos primeiros dias de testes e coleta de dados foi possível identificar um problema que não tínhamos conseguido simular, que ocorre no segundo turno de trabalho devido a este turno começar em um dia e ultrapassar a meia noite iniciando um novo dia, desta forma quando existisse uma parada que iniciasse em um dia e só fosse finalizada no dia seguinte, o cálculo resultava em erro, pois os horários ficam bagunçados. Para resolver essa situação foi modificado o horário do computador do programador para poder simular esta situação, após diversos testes e ajustes foi necessário acrescentar uma nova regra para a tratativa exclusiva para essa situação, para tudo isso acabou-se perdendo três dias de coleta das informações do segundo turno, o primeiro turno não sofreu problemas devido a não possuir essa situação de troca de dias durante o turno de trabalho.

Com o início das atividades dos usuários, pode-se observar um ponto de melhoria para algumas paradas que haveriam problemas específicos, onde é necessário acrescentar mais informações sobre o local de origem de tal situação na qual gerou o problema, até então o operador precisava ir no campo de observações e digitar o problema, com a modificação o usuário é obrigado a informar o local de erro, evitando que seja esquecido essa informação e até mesmo padronizando a escrita dos dados, mantendo o mesmo nome quando necessário gerar um relatório com as maiores frequências. Além disso outra melhoria foi efetuada, até então toda vez o arquivo era salvo, mesmo não possuindo informação, desta forma gerava um item sem informação e inutilizável, devido à falta da data no nome do arquivo, com isso era necessário excluir todos os dias pelo menos um arquivo, após a modificação não gera nenhum arquivo, somente após a adição de dados. Por fim a última alteração feita foi um ajuste no cálculo de peças produzidas dentro dos parâmetros aceitáveis para sequência do roteiro, devido a não estar descontando os retrabalhos e refugos. Como essa informação acabava ficando sob responsabilidade do operador fazer a conta e descontar, foi preferível adicionar essa informação ao sistema, com a ideia de garantir que não seria esquecido ou calculado o valor errado, podendo gerar resultados equivocados.

Com os primeiros dados coletados e analisados para garantir a concordância com o método já utilizado, uma nova apresentação foi efetuada para os gestores e demais responsáveis

pelo setor, para formalizar tudo o que foi feito. Além da supervisão da empresa foi visto a oportunidade de apresentar para os colegas de setor para que se caso houvesse alguma melhoria que pudesse ser executada. Por fim ao passar o primeiro mês de coleta de dados e não evidenciado nenhuma divergência nos resultados entre os dados paralelos e o controle oficial, foi executado a transição de modelos, onde o sistema de coleta de dados no chão de fábrica passou a ser o modelo oficial e o controle utilizado até então como oficial passou a ser monitorado em paralelo.

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As análises dos resultados é um ponto muito importante para mensurar se houve ganhos ou não no processo implantando, nos próximos parágrafos será exemplificado algumas das alterações feitas no processo, visando efetuar a comparação dos métodos atual e proposto para garantir a viabilidade do sistema. Inicialmente podemos perceber o fator marcação das paradas no processo antigo, onde as paradas são anotadas sempre com o tempo em horas e minutos, devido a ficar inviável mensurar os segundos no momento que ocorreu a parada, porém no modelo proposto, devido a anotação do tempo ser digital, dependendo apenas do clique em uma tecla do teclado, feito isso, o próprio sistema registra o horário da parada contendo, dia, mês, ano, hora, minuto e segundo, a informação fica bem completa. Para fazer o registro tanto no seu início quanto no final da parada, juntamente com o ganho de poucos segundos que o operador leva a mais para escrever na folha, pode ser considerado também um ganho o fato da informação estar sempre legível, sem rasuras, no modelo correto e além disso sem risco de ter informado um horário no qual não poderia existir um certo tipo de parada, ou uma parada dentro de outra parada já existente.

Seguindo para os próximos pontos de comparação, entramos na questão de confiabilidade dos dados gerados. Devido ao modelo de sistema proposto estar em rede e exportando um relatório a cada parada informada, não ocorre a perda dos dados, todos os dados ficam inseridos em um arquivo de texto (.txt) devido ao seu baixo consumo de memória para armazenamento de informações. O sistema de controle atual possui um baixo risco de perda das informações, porém se ocorrer de perder a folha, rasgar ou molhar por acidente, ou qualquer outra situação que venha a danificar o diário, os dados podem ser perdidos. O único problema é o armazenamento destes registros que precisa ser arquivado durante seis meses para manter o controle gerando um acúmulo de forma física acaba ocupando um certo espaço e além disso,

em caso da necessidade de alguma consulta ao que aconteceu no processo em algum dia específico, tornasse demorado a procura para achar o controle do respectivo dia.

Analisando o ponto de compilação dos dados das informações colhidas é utilizado em torno de oito minutos para efetuar a digitação de dados de um único equipamento mais o tempo de análise das informações para verificar se não possui nenhum horário sobreposto, códigos informados incorretamente, possíveis erros causados no momento da digitação, esse tempo gira em torno de um a dois minutos para esse processo. No modelo proposto como as informações já passam por tratativas de monitoramento das informações digitadas a probabilidade de erros diminuem, e a digitação dos dados reduz drasticamente devido as informações já estarem em um formato “eletrônico”, bastando apenas fazer a busca dos dados do arquivo de texto novamente para o Excel, neste processo leva-se em torno de trinta segundos por equipamento, porém, todos os preenchimentos são efetuados, e algumas análises que existem no processo atual são eliminados, com isso a assertividade aumenta.

Partindo para a análise das informações coletadas na fábrica em ambos os modelos é possível verificar a grande quantia de informações existente, no sistema proposto é um pouco maior ainda devido a possibilidade de coletar micro paradas provenientes de algum problema breve que ocorreu na produção. O diferencial observado no processo proposto está relacionado com precisão nas quais os dados são informados, podendo apontar paradas de até 2 segundos, o que auxilia na precisão das informações e tomadas de decisão, pois em alguns casos estas micro paradas estão impactando diretamente na performance do equipamento e não é possível identifica-las. Além disso, o modelo proposto se torna a visualização dos dados mais rápida e eficaz, não precisando finalizar o dia de trabalho, a partir do momento que o gestor quiser buscar esses dados é buscar os dados e gerar gráficos, e evidenciar problemas que estão ocorrendo naquele exato momento.

4.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Partindo para uma visão mais abrangente, chegamos ao ponto onde precisamos colocar em pauta a ideia de ampliação do sistema de coleta de dados e mudar todo o sistema atual de coleta por folhas e automatizando todo este processo, para isso os dados analisados e mencionados anteriormente nos ajudam sendo um guia prático para a validação dos pontos operacionais e estratégicos da empresa. Partindo do ponto que existem ganhos na implantação, vamos analisar quais os pontos são mais importantes e que podem gerar um melhor retorno dos investimentos necessários para a implantação nas demais áreas da empresa.

Fazendo uma avaliação no processo fabril, podemos identificar a melhoria de controle no processo perante a gestão, devido ao tempo para fazer alguma intervenção no processo se torna muito mais ágil, pois os dados de disponibilidade, performance e qualidade estão disponíveis a qualquer momento, ou seja, todas as informações do OEE ou TEEP são atualizados a cada nova parada. Ao saber das informações da produção, o PCP pode reorganizar a produção buscando o nivelamento da produção ou até mesmo a realocação da produção para um outro equipamento que pode estar momentaneamente parada ou com ociosidade na sua produção.

Pensando nos processos dos setores de engenharia, tanto Engenharia de produto como Engenharia de processo, os ganhos com a expansão podem ser vistos nas digitações dos dados, onde pode ser buscado diretamente dos arquivos gerados, é possível fazer um acompanhamento mais próximo da produção com um olhar voltado diretamente para uma maior produção, auxiliando nas melhorias do processo, buscando minimizar as paradas e ganhar na disponibilidade e performance do equipamento. Com uma produção mais afinada, permite produzir uma maior quantidade de peças de boa qualidade é possível chegar bem próximo do limite de produção da máquina. Devido a produção poder sofrer um aumento, automaticamente os custos de fabricação dos produtos reduz, torando a marca mais competitiva no mercado de vendas, afetando o setor comercial que conseguirá fazer mais vendas, e com isso gerando mais lucro, pois pode colocar como um diferencial o custo ser menor que as outras marcas concorrentes.

Por fim, analisando do ponto onde a inteligência está toda dentro do programa que faz a coleta dos dados, e que não precisa grandes conhecimentos para operar o sistema, automaticamente as contratações por parte do setor de recurso humanos se tornam mais simples o que facilita na escolha de um novo colaborador, além de reduzir o tempo de treinamentos para execução da função, pois boa parte das operações são sequenciais permitindo que seja executado uma devida função após o termino do processo anterior. Desta forma o que antes é necessário delegar a função para um operador com um conhecimento um pouco mais amplo do conteúdo, agora pode ser executado por qualquer pessoa a partir de um breve treinamento para explicar as funções e procedimento que ele deve seguir.

Quadro 1 - Ganhos qualitativos

Ganhos qualitativos
Assertividade nos dados coletados na fábrica
Conferência automática das paradas, reduzindo os erros
Resultados em tempo real
Agilidade no processo de digitação, devido a estar os dados em meio eletrônico

Coleta de micro paradas acima de dois segundos
Iniciado o processo de transformação digital

Fonte: O autor (2021)

Quadro 2 - Ganhos quantitativos

Ganhos quantitativos
Redução de tempo em aproximadamente 8 minutos por equipamento

Fonte: O autor (2021)

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal do presente trabalho foi desenvolver um projeto piloto para coleta de dados no chão de fábrica e rastreamento de perdas no processo fabril no dentro de uma fábrica de móveis, buscando digitalizar todo o processo eliminando o processo de digitação de informações que até então eram efetuadas de forma manual em folhas. Para a execução do projeto algumas divisões de tarefas foram necessárias para facilitar o bom andamento do projeto, como por exemplo a criação de um cronograma com todos os pontos necessários para a execução dentro do tempo previsto, a compra de equipamentos nos quais seria instalado o software de coleta de dados, a coleta de informações necessárias para o desenvolvimento da ferramenta de coleta, posteriormente o desenvolvimento baseado nas necessidades, juntamente com as regras e validações necessárias, testes de execução e funcionamento da programação, instalação do sistema no processo fabril, ajustes de erros e por fim consolidação do sistema garantindo as informações coletadas.

De fato, o trabalho foi organizado por meio de quatro objetivos específicos, o primeiro de “revisar os tipos de perdas existentes” pode-se dizer que foi cumprido na sua totalidade. Pois foi analisado todas as possíveis perdas localizadas no processo e o quanto impactam em cada uma das etapas do trabalho efetuado.

O segundo item que trata de “desenvolver um aplicativo protótipo para controle de perdas”, foi executado de forma eficaz e funcional, o sistema foi instalado dentro do prazo estipulado no início do projeto e efetuado as melhorias conforme as necessidades encontradas durante a fase de acompanhamento dos testes para validação e garantia da funcionalidade do aplicativo.

O terceiro objetivo refere-se “comparar os resultados do processo digitalizado com o processo de controle atual”, para este item a análise está sendo efetuada a comparação com o método atual durante 6 meses após todos os dados, apenas após este período teremos a garantia que o método é 100% eficaz e garantido, permitindo a alteração na forma de coleta de dados utilizada até o presente momento.

O quarto e último objetivo que é “desenvolver ações para melhoria e consolidação do processo de digitalização”, foi executado com êxito durante a fases de testes, algumas melhorias encontradas no dia-a-dia de coletas e até mesmo alguns ajustes não previstos na etapa de desenvolvimento do aplicativo de coleta de dados. Porém não se pode considerar que está finalizado devido existir a possibilidade de uma nova melhoria ser aplicada. Entretanto o as melhorias previstas na elaboração e testes foram concluídas com sucesso.

Analisando as necessidades para a execução do projeto foi avaliado a viabilidade de desenvolvimento para garantir a redução de tempo, a eficácia do sistema, e garantia de lucro para organização. Com isso em mão foi visto que o ganho de tempo iria variar de equipamento para equipamento, porem sempre haveria ganho, por exemplo no equipamento onde foi instalado o ganho de tempo gira em torno de 8 minutos por dia além de assertividade nas informações.

Além dos ganhos em tempo é possível obter informações que antes não se conseguia mensurar, como por exemplo as micro paradas do processo, onde no novo processo é possível coletar paradas de no mínimo 2 segundos até o retorno das atividades. Desta forma o processo não perde nenhum momento e garante a exatidão dos dados informados.

Grande problema identificado está ligado ao fator de todas as informações ainda serem informadas pelo operador, dependendo que ele registre a parada no momento de início e no instante que a mesma finalize, além de adicionar o motivo que a máquina ficou parada, se caso uma dessas informações não forem computadas a parada não é finalizada, e neste meio tempo a máquina estará produzindo e conseqüentemente gerando pequenos erros resultados.

Apesar dos fatores negativos apontados acima, ainda é possível identificar grandes ganhos, o que auxilia na migração do sistema atual de coleta para o modelo de sistema automatizado, os ganhos são visíveis e consideráveis para o processo, o ideal seria integrar o sistema da máquina junto ao processo de coleta para registrar todas as paradas no momento exato que aconteceu a situação.

Além dos ganhos em digitação que reduzem em muito o tempo e elimina o trabalho de digitalização das paradas, resultando em média de ganho de tempo de 8 minutos por equipamento. Sendo assim pode-se evidenciar ganhos incontestáveis que só auxiliam a seguir com o processo de ampliação do sistema de coleta de dados no chão de fábrica. Portanto deve-se efetuar essa implementação de forma gradativa para que cada equipamento tenha o seu sistema adequado com a sua necessidade, além de efetuar o controle e certificação para garantia dos dados coletados.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Júlia Issy; SZNELWAR, Laerte; SILVINO, Alexandre; SARMET, Maurício; PINHO, Diana. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**, 2009.

ANTUNES, J.; KLIPPEL, A. F.; SEIDEL, A.; KLIPPEL, M. – **Uma Revolução na Produtividade: A gestão lucrativa dos postos de trabalho**, Porto Alegre: Bookmam, 2013.

DEMING, W. Edwards. **A Nova Economia para a Indústria, o Governo e a Educação**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed. Ltda, 1997.

HANSEN, R.C. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

IIDA, I. Ergonomia – **Projeto e Produção**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1995.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total: À maneira japonesa**. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda., 1993.

JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning Ltda., 1992.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Frankfurt, 2013

KOLBERG, D.; ZÜHLKE, D. **Lean automation enabled by industry 4.0 technologies**. 2015.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. 11. ed. São Paulo: Editora Gente, 1993

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O modelo Toyota: Manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM - Total Productive Maintenance**. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PETENATE, Marcelo. **Um exemplo prático sobre dois indicadores de Capabilidade: Cpk e Ppk**. Disponível em: < <http://www.escolaedti.com.br/capabilidade-passada-a-limpo> > Acesso em: 19 de junho de 2021

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. Genebra: World Economic Forum, 2016.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero**: O sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema, 1995.

WILLMOTT, P., MCCARTHY, D. **TPM: A route to world class performance**. Oxford: ButterworthHeinemann, 2001.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.