



**MÉTODO PARA MONITORAMENTO DE DESEMPENHO EM TEMPO REAL
E A CADEIA DE AJUDA COMO APOIO A ESTRATÉGIA DA MANUFATURA
ENXUTA**

Tamires Priscila Souza dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Jandecy Cabral Leite

Belém


Fevereiro de 2022

**MÉTODO PARA MONITORAMENTO DE DESEMPENHO EM TEMPO REAL
E A CADEIA DE AJUDA COMO APOIO A ESTRATÉGIA DA MANUFATURA
ENXUTA**

Tamires Priscila Souza dos Santos

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

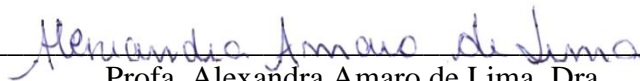
Examinada por:



Prof. Jandedy Cabral Leite, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Manoel Henrique Reis Nascimento, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Profª. Alexandra Amaro de Lima, Dra.
(Universidade Paulista/UNIP-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

FEVEREIRO DE 2022

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA**

Santos, Tamires Priscila Souza dos, 1989-
Método para monitoramento de desempenho em tempo real e
a cadeia de ajuda como apoio a estratégia da manufatura
enxuta / Tamires Priscila Souza dos Santos - 2022.

Orientador: Jandecy Cabral Leite

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal
do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Processos, 2022.

1. Manufatura Enxuta 2. Desempenho de produção 3.
Monitoramento em tempo real I. Título

CDD 670.42

*Dedico este trabalho a todos aqueles que
contribuíram para sua realização.*

AGRADECIMENTOS

À minha família pela paciência e compreensão das minhas ausências para conclusão do mestrado.

Em especial, à minha filha Júlia Kawari dos Santos Shimoda, esposo Wagner Moreira Shimoda, minha mãe Edneida Franco de Souza e meu pai José Henrique Cardoso.

Aos meus amigos, Ana Paula de Castro e Hêmora Brito de Aguiar por todo o suporte.

À minha colega de turma e amiga Márcia pelo companheirismo e estudos nesse período.

Ao meu orientador, Jandecy Cabral Leite pelo acompanhamento durante as pesquisas experimentais e pela assistência na elaboração desta dissertação.

Aos professores, coordenação e colegas do PPGEP.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz...”

(Bill Gates)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

MÉTODO PARA MONITORAMENTO DE DESEMPENHO EM TEMPO REAL E A CADEIA DE AJUDA COMO APOIO A ESTRATÉGIA DA MANUFATURA ENXUTA

Tamires Priscila Souza dos Santos

Fevereiro/2022

Orientador: Jandecy Cabral Leite

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Com o avanço das tecnologias, o mercado impulsiona cada vez mais a competitividade, onde é imposto novos padrões de desempenho, gerando para as empresas uma série de desafios, como a necessidade de mudanças de paradigma em relação a muitas coisas, mas principalmente controle do processo produtivo. A rápida absorção de elementos externos, novos projetos, times rotativos, oscilação de demanda e outras variáveis, fazem com que as linhas de produção tenham que criar e inovar mecanismos de adaptação para aplicar rápida resposta aos problemas que ocorrem. A chave de sobrevivência para qualquer processo produtivo se traduz em baixo custo a alta qualidade. Para atingir tal expectativa, controles online são implementados para frear problemas que podem sair do controle se não detectados a tempo. A estratégia da Manufatura Enxuta tem ajudado nesta batalha, porém, algumas das ferramentas propostas, tais como os métodos de controle de produção baseados no autocontrole pelos próprios operadores, em geral empregando quadros de gestão à vista nos postos de trabalho, muitas vezes não são suficientes para garantir a precisão da informação para identificação das causas raiz dos problemas em empresas onde a prática da melhoria contínua via identificação, análise e solução de problemas não é tão forte.

Esta pesquisa propõe um método de implantação do monitoramento do desempenho de produção em tempo real dentro da estratégia da ME que, com a criação de uma Cadeia

de Ajuda, que quando acionada de maneira efetiva por um sistema online, impulsiona a solução rápida dos problemas. O monitoramento em tempo real do desempenho de produção cria condições favoráveis à verificação da eficácia de qualquer melhoria implantada e ao acompanhamento permanente dos resultados. Será relatado o estudo de caso da implantação do método proposto de monitoramento do desempenho em tempo real de manufatura de uma empresa do ramo de eletroeletrônicos.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**REAL TIME PERFORMANCE MONITORING METHOD AND INTERNAL
SUPPORT CHAIN AS STRATEGY OF LEAN MANUFACTURING**

Tamires Priscila Souza Dos Santos

February/2022

Advisor: Jandecy Cabral Leite

Research Area: Process Engineering

With the advancement of technologies, the market increasingly drives competitiveness, where new performance standards are imposed, generating a series of challenges for companies, such as the need for paradigm shifts in relation to many things, but mainly productive process control. The rapid absorption of external elements, new projects, rotating teams, demand fluctuation and other variables, makes companies to create and innovate mechanisms to adapt themselves and apply quick respond to the findings and issues. The survival key for any production process is low cost and high quality. To meet this expectation, online controls are implemented to block manufacturing issues that can go out of control if not detected on time. The Lean Manufacturing strategy has helped in this battle, however, some of the proposed tools, such as production control methods based on self-control by the operators themselves, in general employing management boards in sight at the workstations, are often not enough to ensure the accuracy of information to identify the root causes of problems in companies where the practice of continuous improvement by problem identification, analysis and solution is not as strong.

This work proposes a method of implementing real-time production performance monitoring within the Lean Manufacturing strategy that, with the creation of a Help Chain, that when effectively triggered by an online system, drives the rapid solution of problems. Real-time monitoring of production performance creates favorable conditions

for verifying the effectiveness of any improvement implemented and for permanently monitoring the results. The case study of the implementation of the proposed method of monitoring the real-time performance of manufacturing of a company in the electronics industry will be reported.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVOS.....	2
1.2.1 - Objetivo geral.....	2
1.2.2 - Objetivos específicos.....	2
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	2
1.3 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	2
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 - MANUFATURA ENXUTA.....	4
2.2 - PRÁTICAS E FERRAMENTAS ME.....	6
2.2.1 - Produção em fluxo contínuo.....	6
2.2.2 - Automação e prevenção de problemas.....	7
2.3 - CONCEITOS DE DESPERDÍCIO.....	8
2.3.1 - Os principais tipos de desperdício.....	10
2.3.2 - Superprodução.....	10
2.3.3 - Espera.....	12
2.3.4 - Transporte.....	13
2.3.5 - Processamento.....	13
2.3.6 - Estoque.....	14
2.3.7 - Defeitos.....	15
2.3.8 - Movimentação desnecessária.....	16
2.4 - COMO LOCALIZAR OS DESPERDÍCIOS.....	16
2.4.1 - Parcerias na cadeia produtiva e previsão de demanda.....	17
2.5 - ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	18
2.5.1 - Entrada e saída, e dimensão do processo produtivo.....	19
2.5.2 - Atividades da administração da produção.....	20
2.5.3 - Papel estratégico e objetivos da produção.....	20
2.5.4 - Objetivos de desempenho da produção.....	21
2.5.4.1 - Objetivo qualidade.....	21
2.5.4.2 - Objetivo velocidade.....	22
2.5.4.3 - Objetivo confiabilidade.....	22

2.5.4.4 - Objetivo flexibilidade.....	22
2.5.4.5 - Objetivo custo.....	23
2.6 - ESTRATÉGIA DA PRODUÇÃO.....	23
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	25
3.2 - VISÃO MACRO DO MÉTODO.....	25
3.3 - PLANEJAMENTO E PREPARAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO.....	26
3.3.1 - Escolha do líder do projeto e da equipe.....	27
3.3.2 - Treinamento sobre indicador de desempenho e cadeia de ajuda no contexto da manufatura enxuta.....	28
3.4 - DEFINIÇÃO DO LOCAL DE APLICAÇÃO E DO PONTO DE CONTROLE NA LINHA DE PRODUÇÃO.....	29
3.5 - DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO AUTOMÁTICO EM TEMPO REAL E COLETA DE DADOS.....	31
3.5.1 - Escolha do software.....	31
3.5.2 - Definição da forma de aquisição dos dados.....	33
3.5.3 - Definição da estrutura da coleta de dados.....	36
3.5.4 - Definição dos procedimentos da cadeia de ajuda.....	37
3.5.5 - Regras.....	38
3.6 - APLICAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO AUTOMÁTICO EM TEMPO REAL (SISTEMA ALFA) E COLETA DE DADOS.....	46
3.6.1 - Treinamento operacional do sistema Alfa.....	47
3.6.2 - Processamento de sinais e obtenção das informações gerenciais.....	48
3.6.3 - Montagem da memória industrial.....	48
3.6.4 - Detecção dos problemas e acionamento da cadeia de ajuda.....	49
CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	51
4.1 - PERFIL DA EMPRESA.....	51
4.2 - LEVANTAMENTO DO MAPEAMENTO DO PROCESSO.....	52
4.3 - LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	57
4.4 - ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO.....	64
4.5 - ATUAL.....	66
4.6 - RESULTADOS.....	66
4.6.1 - Manutenção do projeto.....	69

4.6.2 - Efeitos secundários.....	69
4.6.3 - Documentação, treinamento e monitoramento.....	69
4.6.4 - Pontos fortes da equipe.....	70
4.6.5 - Os pontos fortes do projeto.....	70
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	71
5.1 - CONCLUSÕES.....	71
5.2 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Círculo de movimento de operadores.....	9
Figura 3.1	Método de monitoramento.....	25
Figura 3.2	Passo a passo macro de implantação em 3 etapas.....	26
Figura 3.3	Estrutura da linha de produção.....	29
Figura 3.4	Fluxograma de decisão de parada ou retomada de linha.....	33
Figura 3.5	Registro de falhas no sistema.....	34
Figura 3.6	Dashboard de monitoramento.....	35
Figura 3.7	Meta de defeitos (DPMU).....	36
Figura 3.8	Matriz de escalonamento.....	40
Figura 3.9	Escolha do processo que será liberado.....	42
Figura 3.10	Tela de escolha do processo a ser liberado.....	42
Figura 4.1	Fluxograma de parada de linha manual.....	53
Figura 4.2	Caixa para gestão visual de defeitos acumulados.....	54
Figura 4.3	Escolaridade do quadro de funcionários.....	54
Figura 4.4	Composição da força de trabalho.....	55
Figura 4.5	Distribuição da hierarquia dos gestores.....	55
Figura 4.6	Composição de colaboradores por setor.....	56
Figura 4.7	Cronograma de atividades do projeto.....	57
Figura 4.8	Áreas afetadas.....	58
Figura 4.9	Mapeamento das principais causas.....	60
Figura 4.10	Sistema de monitoramento em tempo real.....	61
Figura 4.11	Sistema de monitoramento em tempo real (1).....	62
Figura 4.12	Sistema de monitoramento em tempo real (2).....	63
Figura 4.13	Relatório de defeitos (Histórico de problemas).....	64
Figura 4.14	Relatório de destravamento e plano de ação.....	64
Figura 4.15	Gráfico com tendências dos indicadores de desempenho.....	66
Figura 4.16	Resultados na linha do tempo.....	68
Figura 4.17	Resultado Yield 12 meses.....	68
Figura 4.18	Satisfação do cliente últimos resultados.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Ferramentas de análise e solução de problemas.....	8
Tabela 3.1	Planejamento e preparação para implantação.....	27
Tabela 3.2	Exemplo de cálculo de Yield (Indicador de desempenho).....	30
Tabela 3.3	Definição do Software e coleta de dados.....	31
Tabela 3.4	Cadeia de ajuda para a Manufatura.....	43
Tabela 3.5	Cadeia de ajuda para CAR.....	44
Tabela 3.6	Cadeia de ajuda para qualidade.....	45
Tabela 3.7	Cadeia de ajuda para CFT.....	46
Tabela 3.8	Resumo de etapas de implantação do sistema.....	47
Tabela 4.1	Definição do time multifuncional.....	56
Tabela 4.2	Performance antes da implementação do método.....	57
Tabela 4.3	Indicadores de desempenho - Resultados operacionais em 2019.....	58
Tabela 4.4	Indicadores de desempenho.....	59
Tabela 4.5	Indicadores de desempenho após a implementação.....	66
Tabela 4.6	Indicadores de desempenho após implementação.....	67

NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
NBR	NORMA BRASILEIRA

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

O cenário global está cada vez mais estruturado e em constante mudança para atender níveis de excelência em todos os segmentos, onde de acordo com POLLI (2016, p.12) ressalta que as empresas estão buscando incessantemente por alternativas viáveis para alinhar seus processos produtivos às necessidades de seus respectivos mercados.

Diante deste cenário, em todas as indústrias um ponto comum é amplamente discutido. Como manter a linha de produção em atividade, evitando consistência de erros, controle de processo, baixo custo, alta qualidade e rápida resposta dos times da cadeia de ajuda?

Nos dias atuais, onde desperdícios não são tolerados, ter uma forma de controle baseado em gestão à vista em todos os níveis da organização, faz com que diferentes profissionais observem em tempo real e consigam reagir de forma eficiente na tratativa de problemas pontuais e prevenir maiores desperdícios quando identificadas tendências no controle em linha do tempo.

Dado o contexto, a questão de pesquisa a ser explorada no presente trabalho é a seguinte: como fazer evoluir o sistema de gestão à vista do autocontrole de maneira que mostre as informações reais, com a precisão necessária, a fim de que estas informações cheguem a tempo para a tomada de ações de seus líderes no sentido de sustentar a performance dentro de metas de rendimento estabelecidas e baixo desperdício?

Para responder a esta questão, partiu-se, neste trabalho, da hipótese de que a aplicação de um método para o monitoramento da performance de produção em tempo real e a criação de uma Cadeia de Ajuda, bem como de um mecanismo para acioná-la, aprimoram a gestão a vista, o autocontrole pelos operadores e potencializam o Andon, fazendo com que as informações e/ou problemas anotados nos quadros, pelos operadores, cheguem rapidamente às pessoas que podem ajudá-los, de forma que os recursos fiquem menos tempo parados e aumentem sua utilização.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Propor um método para o monitoramento da performance de linhas, a criação de uma Cadeia de Ajuda e um mecanismo eficaz de acionamento da mesma.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Identificar, na literatura, alternativas para o monitoramento de desempenho e da implantação de cadeias de ajuda;
- Aprimorar a gestão a vista do autocontrole pelos operadores e o Andon de linhas concebidas segundo a estratégia da ME;
- Buscar responder à pergunta de pesquisa formulada, apontando vantagens e desvantagens da aplicação do método.

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Demonstração da aplicabilidade do controle eletrônico e gestão a vista dos parâmetros aplicados bem com suas contribuições para o resultado.

Análise crítica do método de controle associado ao processo produtivo e suas equipes de suporte na cadeia de ajuda.

Motivar estudos e pesquisas visando controle e monitoramento automatizado de linhas com oportunidade para migração no sistema de manufatura 4.0.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho compõe-se de cinco capítulos. No **capítulo 1** faz-se uma contextualização, mostrando um cenário competitivo como motivação para os sistemas de melhoria contínua das empresas. Apresentam-se ainda o problema, a questão de pesquisa, a hipótese e os objetivos do trabalho, bem como o método de pesquisa utilizado.

No **segundo capítulo** é apresentado um referencial teórico sobre Manufatura Enxuta, produção em fluxo, método de solução de problemas, indicador de desempenho e Cadeia de Ajuda, e capacidade produtiva.

O **terceiro capítulo** refere-se ao desenvolvimento do método proposto na pesquisa ação.

No **quarto capítulo** apresenta-se a aplicação do método, definindo o ambiente, a Empresa onde o método foi aplicado, a análise da eficiência, a aplicação e as conclusões.

No **quinto capítulo** trata-se das conclusões, recomendações para trabalhos futuros, referências, anexo e apêndices.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

A seção de revisão bibliográfica discorre sobre um contexto geral da administração da produção. Tem objetivo de compreensão dos princípios e técnicas que serão utilizados na sequência do trabalho.

2.1 - MANUFATURA ENXUTA

A expressão Manufatura Enxuta (ME), originalmente Lean Manufacturing, foi cunhada após uma pesquisa de benchmarking em empresas do ramo automobilístico, para denominar aquelas que, no desempenho de suas atividades, procuravam sempre “fazer cada vez mais com cada vez menos”. Esta pesquisa, realizada pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), resultou, em 1992, no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (WOMACK *et al.*, 1992), que relata as práticas encontradas nas organizações de origem japonesa que vinham apresentando um desempenho superior no mercado mundial.

A ME pode ser definida, de uma forma mais ampla, como uma estratégia de produção baseada em um conjunto de práticas, oriundas do Sistema Toyota de Produção, cujo objetivo é melhorar continuamente o sistema produtivo por meio da eliminação dos desperdícios de todas as atividades que não agregam valor ao cliente.

Melhorar continuamente significa, por um lado, que nenhum dia deve passar sem que a empresa melhore sua posição competitiva, e por outro, que todos dentro da empresa são responsáveis por trabalhar para que um problema ou erro acontecido seja visto como uma oportunidade de melhoria para o sistema produtivo (TUBINO, 2000).

Em seu trabalho, PEREIRA (2009) menciona vários termos utilizados por diversos autores como sinônimos de Manufatura Enxuta. Dessa forma, a expressão Sistema Toyota de Produção (STP) é utilizada por MODEN (1984), SCHONBERGER (1992) e DENNIS (2008). SCHONBERGER (1992) usa também o termo Fabricação Classe Universal e Dennis (2008) faz uso do termo Sistema Lean de Produção. HALL (1988) fala em Excelência em Manufatura enquanto HARMON (1991) o descreve como Fabricação Superior. Já BLACK (1988) fala do Sistema Produtivo de Manufatura

Integrada (SPMI). Todos estes nomes têm sua origem comum no Sistema Toyota de Produção. Neste trabalho, serão utilizados os termos ME e STP.

Segundo WOMACK *et al.* (1992), a ME é composta por um conjunto de recomendações, princípios e técnicas que as empresas devem seguir com o objetivo de se tornarem mais enxutas e ágeis e, desta forma, se potencializarem no tempo diante da atual dinâmica do mercado.

A adoção da Manufatura Enxuta, além da redução de custos, resulta em flexibilidade do sistema para adaptar-se às variações da demanda, ao atendimento rápido ao cliente, em decorrência da redução do lead-time, e também à produção de produtos com qualidade superior, haja vista que, em decorrência da produção em fluxo de uma peça, detectam-se rapidamente possíveis defeitos.

Uma vez que estes requisitos se tornaram os critérios conquistadores de clientes, inúmeras organizações vêm buscando a adoção de tal filosofia em seus ambientes produtivos.

WOMACK e JONES (2004) elencaram cinco princípios que, segundo eles, servem como um guia confiável para implantar a Manufatura Enxuta. São eles:

- Valor: a partir da ótica do cliente. Por que o cliente está disposto a pagar? A resposta a esta pergunta pode ser: prazos de entrega menores, menores preços, etc.
- Identificar o fluxo de valor: consiste em identificar o que agrega valor, o que não agrega, porém, é necessário, e o que não agrega valor ao cliente e pode ser eliminado imediatamente.
- Fazer o valor fluir: consiste em dar fluxo às atividades que restaram, reorganizar as atividades de forma que elas aconteçam sem interrupções.
- Puxar a produção: significa fazer de acordo com a demanda do cliente.
- Buscar a perfeição: significa melhorar sempre.

A partir da aplicação de um conjunto de técnicas provenientes do STP, a Manufatura Enxuta busca aumentar a eficácia dos sistemas produtivos pela eliminação dos desperdícios identificados na cadeia de valor (TUBINO, 2007). E assim estabelece os cinco princípios já citados.

2.2 - PRÁTICAS E FERRAMENTAS ME

Não há consenso na literatura sobre a terminologia usada para os elementos (princípios, práticas, ferramentas) da ME. Nesta dissertação, são adotados os termos: princípios e práticas, para fazer referência a elementos da ME em diferentes níveis. Os princípios citados anteriormente determinam os alicerces do sistema. São as regras que o sistema produtivo deve seguir. Já as práticas e ferramentas viabilizam a implementação dos princípios.

2.2.1 - Produção em fluxo contínuo

Segundo PIATKOWSKI (2004), “fluxo contínuo é onde todo o conhecimento sobre as ferramentas, os processos e metodologia enxuta são colocados em prática para redução de custos e melhorias em qualidade, eficiência e desempenho”.

A idéia básica da ME é a manufatura em fluxo contínuo através da produção no momento exato, passando peça por peça entre os processos ou em pequenos lotes, obtendo-se, como resultado, o aumento da produtividade e a redução de custos (MODEM, 1984).

KIRSCHNECK (2010), também salienta sobre o desempenho do processo na síntese da API e seus intermediários, os quais podem ser alcançados através de novas tecnologias e métodos. Tempo de desenvolvimento significativo, redução de custos operacionais pela melhoria de rendimento, poupança de energia e melhoria fundamental da segurança das plantas são alguns dos principais resultados de conceitos de intensificação de processo.

Na concepção de SILVA (2009), para se obter o fluxo contínuo é preciso desenvolver um sistema produtivo flexível e confiável, que torne possível trocar a produção em grandes lotes pela produção de lotes reduzidos e, se possível, unitários, reduzindo, assim, os *leads times* de produção e a necessidade de estoques entre as etapas produtivas. Segundo SHINGO (1996), a sincronização do fluxo de peças unitárias pode acabar com as esperas Inter processos. Também reduz os desperdícios de transporte de materiais pela fábrica e de superprodução, normalmente originados dos grandes lotes de produção.

2.2.1 - Automação e prevenção de problemas

Automação (ou *Jidoka*) significa automação com toque humano. Trata-se de um dos conceitos da Manufatura Enxuta, voltado para a garantia da qualidade nos processos, e busca desenvolver dispositivos que permitam que a máquina identifique a ocorrência de defeitos e pare o processo, chamando a atenção para a anormalidade. Como enfatiza SHINGO (1996, p. 262.), “havia necessidade de uma transferência a um nível mais alto – das funções mentais humanas às máquinas...”. A automação também é conhecida como pré-automação, uma vez que só a correção do problema é deixada para o operador (GHINATO, 1996).

A implantação da automação no sistema produtivo visa produzir com 100% de qualidade, torna os processos confiáveis e viabiliza o fluxo contínuo, com produção em pequenos lotes e níveis reduzidos de estoques entre os processos. Também potencializa a prática da polivalência nos processos, liberando o operador para atuar em diferentes recursos, simultaneamente, nas células de manufatura.

Os dispositivos à prova de erros ou *pokayokes* são recursos muito utilizados dentro do conceito de automação. Eles são elementos instalados no processo que verificam a qualidade do item produzido e acusam o erro parando o processo.

De acordo com SILVA (2009), o processo de melhoria contínua está diretamente ligado à solução dos problemas, e segundo LIKER (2005), só ocorre quando o processo estiver estabilizado e padronizado. OHNO (1997) mostra a solução de problemas, desenvolvida para o STP, caracterizada como a parte do sistema da Manufatura Enxuta responsável por eliminar os problemas, ou desperdícios identificados pela aplicação da metodologia JIT. Estas técnicas estão ligadas à aplicação de ferramentas originadas no conceito de Controle Total da Qualidade (TQC) e aplicadas nos Círculos de Controle da Qualidade (CCQ's).

De acordo com DEUSE (2020), o método *Jidoka* aliado a estratégia de Lean impulsiona o desenvolvimento de mecanismos a prova de erros, com oportunidades também para expansão e aplicação na manufatura 4.0.

Para a solução de um problema, de uma forma eficaz, garantindo que não vá ocorrer novamente, é necessário focar, entender suas causas potenciais e encontrar a causa raiz, conforme mostra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 2.1 - Ferramentas de análise e solução de problemas.

Ferramenta	O que é?	Para que serve?
Cinco Por Quês	Ferramenta que auxilia na identificação das causas raiz do problema através da pergunta “Por quê?” realizada cinco vezes	Para identificar as causas raiz de um problema direcionando as tomadas de decisão
Diagrama de Causa e Efeito	Diagrama que auxilia na identificação das causas que contribuem para o problema, categorizando-as nos 4M (Máquina, Material, Mão de Obra, Método)	Para identificar as causas de um problema direcionando as tomadas de decisão
Matriz GUT	Matriz que atribui pesos à uma lista de itens (causas ou problemas) no que se refere a Gravidade, Urgência e Tendência	Para priorizar as ações em atacar problemas ou causas de problemas de acordo com a importância do momento
Gráfico de Barras	Gráfico que demonstra de forma clara e objetiva a situação atual de um processo, setor etc.	Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema
Análise de Pareto	Análise que ordena por problemas ou causas da maior frequência para a menor	Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema dividindo em fragmentos menores
Gráfico de Correlação	Gráfico que relaciona de forma gráfica diferentes parâmetros	Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema
Histograma	Gráfico de barras que mostra a distribuição de frequência de um conjunto de dados	Para facilitar a análise e priorização dos problemas ou causas de um problema
Brainstorming	Ferramenta que estimula a geração de ideias através do trabalho em grupo	Para levantar as causas de um problema ou encontrar soluções para um problema
5W2H	Ferramenta de planejamento para ações de melhoria encontradas	Para garantir que o plano de ação de melhoria seja realizado de uma forma eficaz

2.3 - CONCEITOS DE DESPERDÍCIO

Segundo WOMACK (1992), o desperdício, também conhecido na língua japonesa por muda, normalmente é associado ao que se classifica como lixo, porém sua

definição vai além disso. De acordo com CAMPOS (1996), o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria-prima, materiais, tempo, energia, por exemplo). É um dispêndio extra que aumenta os custos normais do produto ou serviço sem trazer qualquer tipo de melhoria para o cliente. Reduzir o desperdício - muda - na manufatura significa eliminar tudo aquilo que aumenta o custo de produção, ou seja, transformar muda em valor. Muitas vezes os desperdícios não são facilmente notados, pois se tornaram aceitos como consequência natural do trabalho rotineiro. Os movimentos de um operador podem ser classificados como operações e perda, como mostra a Figura 2.1:

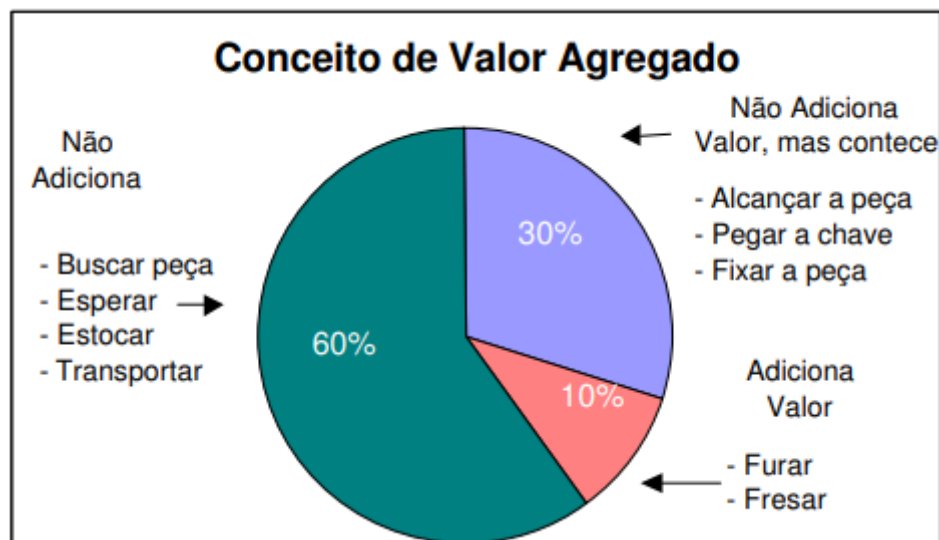


Figura 2.1 - Círculo de movimento de operadores.

Fonte: Apostila de Treinamento de VSM da empresa Eaton Corporation, (1998).

Para melhor entender a conceituação, deve-se dividir o trabalho produtivo em três diferentes formas:

- Perda: toda atividade que não contribui para as operações. Dentro deste conceito, pode-se citar: espera estoques intermediários entre operações, reabastecimento, movimentação do produto etc.
- Operações que não agregam valor: são as atividades que não beneficiam a matéria-prima, por exemplo: movimentação para alcançar as peças, desembalagem de caixas, operações manuais de comandos do equipamento etc.
- Operações que agregam valor: são atividades que transformam a matéria-prima, modificando a sua forma e qualidade. Esses valores são normalmente percebidos

pelo cliente final, pois de nada vale incluir atividades no processo que não possam ser "cobradas" do cliente final. Caso contrário, podem gerar desperdícios. Muitos processos e atividades não são percebidos pelo cliente, mas são observados pela manutenção da Qualidade e Segurança do produto, como, por exemplo, testes finais de qualidade. Portanto, quanto maior o valor agregado, maior a eficiência da operação.

A experiência prática do chão de fábrica mostra que o percentual de trabalho que de fato agrega valor a um produto é menor do que o esperado, o que faz com que haja necessidade de se transformar todo e qualquer movimento em trabalho. O trabalho avança um processo à frente e agrega valor, ao passo que a movimentação, por mais rápida e eficiente que seja, poderá não agregar nada.

2.3.1 - Os principais tipos de desperdício

De acordo com WOMACK (1992), o executivo Taiichi Ohno identificou os principais tipos de desperdício. São sete tipos primários, que também conduzem a desperdícios secundários. Como exemplo, o caso do inventário extra que provoca a necessidade de material e mão-de-obra extra, com custos indiretos, como energia e outras utilidades. Na sequência, os sete tipos de desperdício são apresentados com pormenores:

2.3.2 - Superprodução

Está relacionada ao fato de se produzir mais do que o requerido pela demanda dos clientes ou por produzir em um ritmo acima do necessário. Portanto, dentro do STP, a produção deve ser sustentada pela filosofia *Just-In-Time* (JIT), que significa produzir peças ou produtos exatamente na quantidade requerida, quando requerida, e não antes disso. Dessa forma, o volume de produção deve ser igual ao número de pedidos. Como nem sempre é possível atingir um ciclo de produção (P) que seja menor do que o prazo de entrega (E), o método do "supermercado" também foi adotado para planejamento e produção. Os equipamentos devem ser utilizados dentro do maior limite de seu aproveitamento; porém, se isso for feito sem se considerar a necessidade da demanda, ocorrerá uma superprodução, quando forem produzidos peças ou produtos que podem não ser vendidos, gerando, assim, dinheiro "parado".

A superprodução geralmente dá a impressão de que todos estão ocupados, trabalhando, e que as atividades fluem normalmente, mas isso é uma ilusão, pois elevados volumes distorcem a verdade e mascaram os problemas que podem vir à tona, quando os excessos são eliminados.

A superprodução tende a esconder problemas de produção ou defeitos e produções ineficientes. Além disso, ela pode ocasionar outros desperdícios, como:

- O crescimento de estoques e, conseqüentemente, imobilização do capital antes do tempo e aumento de despesas financeiras;
- Necessidade de utilização de maior espaço, o que exige ampliação das instalações; - Desmotivação das equipes quanto à produtividade;
- Compras de materiais ou componentes em duplicidade, assim como danos aos produtos e materiais armazenados.
- Gastos em excesso com energia e utilidades.

A superprodução esconde, ainda, a questão da movimentação, pois qualquer movimento de pessoas ou de maquinário, que não agregue valor, será considerado como perda de movimento. Os movimentos de pessoas (operadores) devem ser planejados de forma ergonômica, para evitar perdas de produtividade, que são ocasionadas pelo estresse físico e até mesmo mental. Quando movimentos desnecessários são analisados, revisa-se, não somente o valor agregado, como também o método de trabalho operacional, visando-se à não sobrecarga do operador, devido aos fatores que provocam esforços repetitivos.

Quando os movimentos de um operador são observados, pode-se comparar e analisar o valor agregado e o valor não agregado. Em um acompanhamento de estudos de métodos e tempos, é possível observar movimentos 32 que podem ser agrupados, melhorados ou até mesmo eliminados, por meio de simples ações, como, por exemplo, a melhor disposição física da estação de trabalho.

Segundo SHINGO (1996), ações desse tipo podem ser implementadas, tanto no processo de fabricação, como nas operações. Há necessidade, portanto, de melhor entender a definição de ambos os termos:

- a) Processo - entendido como o fluxo de materiais no espaço e no tempo. É a transformação de matéria-prima em componentes semi-acabados, que, por sua vez, se transformam no produto acabado.

- b) Operações - trabalho realizado para a efetivação da transformação. Quando o método de trabalho não é adequado, as pessoas acabam trabalhar além do necessário, o que resulta em menor produtividade.

2.3.3 - Espera

A espera é a atividade de ter que esperar para processar determinada peça, o que constitui desperdício. Refere-se, tanto à matéria-prima, quanto aos produtos semi-acabados que esperam pelo processo, assim como para a acumulação de estoques excessivos a serem entregues. Portanto, com relação à estocagem, têm-se dois tipos de espera: as de processo e as de lotes.

As esperas de processo normalmente estão relacionadas às taxas de defeitos superestimadas, causando a espera do processamento do excedente, ou, devido à antecipação da programação, os estoques intermediários podem ser gerados por desbalanceamento, fabricação de buffers (estoques intermediários) para a absorção de quebras e refugos e para segurança gerencial.

Enquanto o operador assiste ao trabalho da máquina, ele não tem possibilidade de fazer outra atividade; conseqüentemente, não agrega valor. Esse tipo de desperdício é literalmente um "tempo morto". Em algumas organizações não planejadas, ocorre frequentemente a utilização de operadores em ciclos automáticos, que acompanham o funcionamento da máquina sem desenvolverem atividades paralelas durante o tempo de processamento do equipamento.

São necessários, portanto, estudos que possibilitem a menor intervenção possível do homem na operação, visando ao seu melhor aproveitamento durante o tempo de processamento do equipamento que opera.

Para esses casos devem ser sempre utilizados conceitos de fluxo contínuo de fabricação, fazendo-se uso do bom senso, da lógica, criatividade e iniciativa, para o desenvolvimento de métodos eficazes.

Outro ponto a ser ressaltado é que a manufatura celular nem sempre pode ser implementada com a utilização de equipamentos "velhos". A engenharia deve desenvolver pequenos equipamentos automatizados que não requeiram o acompanhamento intensivo, tendo-se como objetivo o que se chama fluxo de uma peça.

2.3.4 - Transporte

Esse elemento é de grande importância na produção, devido ao seu envolvimento com as entregas de peças e materiais e as informações de entrega e chegada de grandes lotes de peças dos fornecedores. Operações de transporte para distâncias maiores do que as necessárias, taxas e mudanças são também caracterizadas como desperdícios.

Muitos processos são desenhados com distâncias definidas entre máquinas, o que ajuda o uso de lotes de produção. A movimentação desses lotes força o operador, frequentemente, a deixar seu posto de trabalho para mover essas peças, que compõem um muda. Ao se planejar e desenhar estações de trabalho, é necessário que se observe a localização, que deverá ser o mais próximo possível das operações simultâneas requeridas pelos lotes.

Todavia, lotes de transporte de peças unitárias acrescentam um incremento ao transporte de um processo ao próximo, problema este que pode vir a ser resolvido por meio da otimização do arranjo. Após essa primeira providência, meios de transporte com maior eficiência devem ser considerados, para permitir que o material processado flua facilmente de um processo para outro, propiciando a redução dos tempos de produção, como o número de horas-homem de transporte.

O transporte é somente uma movimentação de produtos, o que não contribui diretamente para o valor agregado destes. Esta é a razão pela qual o transporte deve ser evitado, a menos que seja utilizado para o fornecimento da quantidade certa, na hora certa, no lugar certo, de acordo com a solicitação.

2.3.5 - Processamento

A atividade de acrescentar ao processo mais "trabalho" ou esforço do que o requerido pelas especificações dos clientes também deve ser tratado como desperdício. O valor deve ser criado pelo produtor, e o cliente deve enxergá-lo e querer pagar por ele. Dessa forma, o "pensamento enxuto" deve começar com uma tentativa consciente de definir precisamente o valor, em termos de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidas a preços específicos, por meio do diálogo com clientes específicos.

Um ponto importante na avaliação do processamento é a utilização de ferramentas de prevenção, como a Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial de Produto e Processo, pois alguns engenheiros, com o objetivo de proteger constantemente suas atividades, procuram alocar ao produto ou componente fatores de tolerância mais "apertados", fazendo com que a empresa desenvolva meios de processamento e controles sofisticados, rígidos e complexos, ao passo que a real necessidade não torna necessária essa designação.

Esse tipo de posicionamento garantirá a qualidade do produto final, ao cliente, dentro de uma maior segurança, porém os custos poderão impedir de o produto ser competitivo, impedindo também a oportunidade de um novo negócio. Outro exemplo comum, em plantas produtivas, é a busca da perfeição, pois, quando é colocada como objetivo, há maior demanda de tempo para a obtenção de resultados, e tempo não produtivo não agrega valor.

2.3.6 - Estoque

Quando ocorre excesso de fornecimento de peças entre os processos, ou muitas peças (matéria-prima, componentes etc.) são entregues pelos fornecedores, com o intuito de abastecer a fábrica, ocorre o que se chama de Inventário (estoque), que exige capital de giro para sua manutenção, gera custo e, como já citado, caracteriza dinheiro parado, ou seja, perdas. Quanto maior o inventário, maior o desperdício.

O inventário é meramente uma garantia contra emergências, mas grandes inventários dificultam o acesso, aumentam o custo de estocagem e, ainda, ocupam áreas da empresa, gerando também um custo pela sua ocupação. Outro problema encontrado nas empresas com grandes estoques é que essa característica esconde a realidade das organizações, tornando cada vez mais difícil a identificação dos problemas existentes e, conseqüentemente, a sua eliminação. Quando ocorrem problemas com as peças de fornecedores, também fica mais difícil identificar a verdadeira causa do problema, para que ações corretivas sejam iniciadas.

Normalmente, inventário excessivo é desperdício, pois há produção além do necessário, o que gera lotes (inventários) intermediários, devido à inexistência de um fluxo contínuo. A Manufatura Enxuta tem como objetivo final um sistema em que tudo esteja ligado em fluxo coerente de peças unitárias.

Embora essa integração total não seja facilmente atingida, um sistema de entregas mistas contínuas e frequentes de pequenos lotes pode ser desenvolvido, para plantas de fabricação e para linhas de montagem. Dessa forma, chegarão entregas constantes, oriundas de processos adjacentes à planta de montagem final.

Todas as atividades devem ser sincronizadas com os tempos de fabricação unitários e controladas por meio do sistema Kanban. O sucesso dessa atividade refletirá na rotatividade do estoque.

2.3.7 - Defeitos

Pode-se dizer que este item está entre os piores fatores de desperdício, pois os mesmos podem gerar retrabalho, custo de recuperação ou mesmo a perda total do esforço e material. Outro ponto importante a ser considerado é o elevadíssimo risco de perder clientes.

Os produtos devem ser manufaturados de forma correta, logo na primeira vez; caso contrário, serão adicionadas tarefas desnecessárias para sua finalização, dentre as quais pode-se citar energia, tempo de equipamento, mão-de-obra e outros que acrescentarão custos desnecessários para a correção do defeito encontrado.

Muitas vezes um problema é corrigido, porém não tem sua "causa raiz" devidamente eliminada, o que significa a possibilidade de problemas futuros dentro da própria planta, com operações subsequentes, assim como risco de falhas no cliente final, o que ocasionaria maior risco de perdas. Essa é a razão pela qual esse desperdício deve ser tratado com elevado grau de importância.

Nos sistemas de produção convencional, é normalmente mantido um certo nível de estoque para prevenir que produtos com defeito causem transtornos à linha de produção. Como na Manufatura Enxuta a superprodução, o mais grave dos desperdícios, não é permitida, torna-se necessária a eliminação de ocorrência de defeitos. A inspeção deve prevenir os defeitos, e não simplesmente encontrá-los. Algumas estratégias para a obtenção de "Zero Defeito" seriam:

- a) Eliminar os excessos de inventários: os estoques são considerados nocivos por ocuparem espaço e representarem altos investimentos de capital, mas também por esconderem ineficiências do processo produtivo, com problemas de qualidade, longos tempos de preparação de máquina para troca de produtos e falta de confiabilidade de equipamentos. Portanto, usando essa estratégia, não

devem ser fabricados produtos desnecessários, ou seja, em excesso, pois, quanto mais produtos são produzidos, maiores são as chances de apresentarem defeito, muitas vezes ocasionados pelo próprio armazenamento (riscos, batidas etc.). Dessa forma, deve-se sempre lembrar dos princípios do Just-In-Time.

- b) Eliminar os trabalhos no processo: defeitos são facilmente escondidos no processo de fabricação, quando, por exemplo, as peças são empilhadas antes de se moverem para a próxima operação. Nesse caso, o fluxo contínuo de peças não só garantiria a movimentação das peças sem estoques intermediários, como também permitiria que defeitos fossem encontrados rapidamente, sem que outras peças precisassem ser sucateadas.
- c) Sistema à Prova de Erros nos processos: esta seria uma abordagem sistemática para a antecipação e detecção de defeitos potenciais, tanto no processamento da peça, como no monitoramento da operação. Dessa forma, ocorreria a paralisação do processo, até que o defeito encontrado fosse eliminado.

2.3.8 - Movimentação desnecessária

Esse item está relacionado à desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens. As movimentações dentro do setor produtivo devem ser aquelas que são necessárias para o processamento de atividades. Muitas vezes, essas movimentações podem ser reduzidas, agrupadas ou até mesmo eliminadas. O ideal para a produção é que as atividades de movimentação sejam realizadas sem comprometimento do ciclo produtivo e do rendimento do operador.

2.4 - COMO LOCALIZAR OS DESPERDÍCIOS

- a) **Desperdício de matéria-prima:** o uso de materiais com especificações superiores ou inferiores às necessidades significa desperdício, pois, se o material for superior ao especificado, pode significar maior investimento para o mesmo resultado; se o material for inferior ao especificado, poderá não atender às necessidades e provocar perda total do produto, ou exigir reparos. Quantidades incorretas de matéria prima também constituem desperdícios.

- b) Desperdícios de mão-de-obra:** a subutilização reduz a produtividade e aumenta os custos; a super utilização pode causar o estresse e favorecer falhas e erros; a falta de capacidade exige treinamento extra e acompanhamento, e faz crescer o risco. O excesso de capacidade também pode implicar mão-de-obra mais cara do que a necessária ou significar subaproveitamento de pessoas, gerando, assim, desestímulo.
- c) Desperdícios nos métodos de trabalho:** a sofisticação produz custos de implantação e manutenção além do necessário, e a sua falta pode não garantir a qualidade final do produto. A falta do cumprimento de etapas no processo pode acarretar “gargalos”, e o excesso pode gerar custos maiores que os necessários, podendo causar, também, atrasos nas entregas.
- d) Desperdícios com equipamentos:** a utilização de equipamentos obsoletos pode comprometer a quantidade e qualidade dos produtos, diminuindo a sua competitividade. Por outro lado, a utilização de equipamentos excessivamente avançados, o volume e a qualidade absorvidos pelo mercado podem não justificar o seu investimento, aumentando seus custos.

2.4.1 - Parcerias na cadeia produtiva e previsão de demanda

De acordo com SILVA (2009), esta prática tem como intuito obter informações, com maior precisão, sobre as quantidades e os prazos de entrega, visando um melhor planejamento do sistema produtivo e de sua capacidade de produção, orientando os tomadores de decisão para a expansão, redução de capacidade, ou ainda substituição dos recursos existentes, na busca de um sistema flexível capaz de atender a demanda de uma forma nivelada. Para OHNO (1997, p. 77), uma visão clara da demanda futura é um passo fundamental para a obtenção de um sistema produtivo enxuto. No médio prazo, a capacidade do sistema produtivo é mais bem administrada, evitando surpresas. E no curto prazo, a demanda é utilizada para permitir a programação da produção puxada e o fluxo contínuo através da determinação dos ritmos de produção (TUBINO, 2007).

A ME utiliza duas práticas para o melhor conhecimento da demanda, quais sejam:

- Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS), ou Supply Chain Management (SCM). Diz respeito ao relacionamento entre clientes e fornecedores externos, e consiste em obter as informações diretamente dos clientes, através de parcerias na cadeia

produtiva. Trata-se da integração dos processos de negócio, desde o usuário final até os fornecedores originais, que proporcionam produtos, serviços e informações que agregam valor para o cliente (COOPER *et al.*, 1997).

- A previsão da demanda: quando não é possível obter a informação das quantidades necessárias diretamente com clientes parceiros, utiliza-se esta prática. É possível obter uma estimativa das quantidades que serão demandadas pela aplicação de métodos de previsão adequados, reduzindo as incertezas e possibilitando um melhor planejamento do sistema produtivo no médio prazo e sua utilização no curto prazo (HILL, 1994 e TOMPKINS *et al.*, 1996).

2.5 - ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

GAITHER e FRAZIER (2002) conceituam administração da produção como sendo a administração do sistema produtivo de uma organização de transformação de insumos em produtos ou serviços. SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2009) acrescentam que a produção é a atividade predominante, e tem a função de gerenciamento dos recursos para transformação. JACOBS, CHASE e SOUZA (2009) salientam que fazer uma administração de produção com baixo custo e que atenda as expectativas dos clientes é fundamental para o sucesso da empresa.

A função produção tem papel importante para organização, mas existem outras áreas/funções de grande influência no sistema, e que complementam a produção. SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2009) dividem em três as funções centrais para qualquer organização:

- Marketing;
- Desenvolvimento de produto ou serviço;
- Produção.

GAITHER e FRAZIER (2002) definem marketing como o setor responsável em criar a demanda do produto ou serviço disponível, e o desenvolvimento de produto ou serviço trabalha junto com o marketing desenvolvendo novos produtos que atenda a demanda do mercado.

Além da distinção ou não das funções no sistema, o tamanho da organização influencia na administração da produção, como apontam SLACK *et al.* (2009). Citam que um dos problemas em uma empresa de pequeno ou médio porte é a ocorrência de justaposição entre as funções. Como a mesma pessoa pode desempenhar várias funções,

neste caso, pode ocorrer uma dificuldade de separação das questões de massa das outras questões.

A administração da produção é dividida em atividades de geração de bens ou de serviços. Aplicando um sistema de produção, as atividades são similares no aspecto de transformar insumos em produtos, mas diferem no modo de como são executadas.

2.5.1 - Entrada e saída, e dimensão do processo produtivo

Para BUFFA e CUNHA (1979), a produção é o resultado da transformação de recursos de entrada, chamado de *input*, em saídas de bens ou serviços, chamado de *output*. Começando na entrada, o *input* é dividido em dois grupos, conforme SLACK *et al.* (2009):

- Recursos de entrada a serem transformados: é um composto de materiais, informações e consumidores;
- Recursos de entrada de transformação: é responsável por agir sobre os recursos transformados e é dividido em instalações e funcionários.

A geração de bens ou de serviços são semelhantes no processo de transformação de insumos em produtos, para SLACK *et al.* (2009), uma diferença básica na execução das atividades é a tangibilidade, os bens são tangíveis e os serviços são intangíveis.

Quatro aspectos, também chamados de dimensões, são importantes na diferenciação das gerações de bens e de serviços, e SLACK *et al.* (2009) os diferencia em:

- Dimensão volume de *output*: o volume de produção tem implicações importantes na organização da produção, conseqüentemente, quanto maior o volume maior será o grau de repetições das tarefas de cada funcionário, e maior será a sistematização do trabalho;
- Dimensão variedade de *output*: a padronização e regularidade de um determinado serviço pode ter custos relativamente baixos se comparado com um serviço que oferece uma maior flexibilidade;
- Dimensão variação de demanda do *output*: um produto ou serviço que possui uma demanda padronizada é mais eficiente tanto para a empresa quanto para o consumidor, caso contrário, esta variação pode acarretar aumento de custos e dificuldade de planejamento de produção;

- Dimensão grau de visibilidade: é a percepção do consumidor, o quanto das atividades de uma operação foram percebidas ou expostas.

A demanda de mercado influencia na posição de uma operação nas quatro dimensões. Todas elas possuem implicações para o custo de criação de produtos e serviços, segundo a teoria do mesmo autor, de forma geral pode-se considerar que para manter os custos baixos de processamento é necessário um alto volume, baixa variedade, baixa variação e baixa visibilidade. Caso contrário, o custo poderá ser maior. Para qualquer tipo de indústria que competem por negócios de forma diferente, pode-se identificar operações que se encontram em diferentes partes das quatro dimensões.

2.5.2 - Atividades da administração da produção

O empregado responsável pelo bom funcionamento da produção efetiva de bens ou serviços é usualmente conhecido como gerente de produção. Tal função de administrador da produção tem responsabilidade, de maneira direta ou indireta, por todas as atividades da organização. O gerenciamento da produção pode ser crucial para uma organização, e cada vez mais o trabalho exige criatividade, inovação e aprimoramento por parte do gerente. Teoricamente, MARTINS e LAUGENI (1999) identificam quatro vantagens decorrente de uma operação eficaz:

- Pode ser eficiente e reduzir os custos de produção de produtos e serviços;
- Aumentar a receita ao aumentar o nível de satisfação dos consumidores;
- Aumentando a capacidade efetiva da operação pode reduzir os investimentos necessários para produzir;
- Pode contribuir na inovação através da construção de um conjunto sólido de habilidades operacionais.

2.5.3 - Papel estratégico e objetivos da produção

A estratégia de produção define o uso de recursos de uma organização tanto para o produto quanto para a infraestrutura, e, como definem JACOBS *et al.* (2009), se constitui da estratégia de operações e de suprimentos com a estratégia corporativa. Complementa-se com o que afirmam SLACK *et al.* (2009), toda e qualquer empresa, ao cargo da função produção, precisa estabelecer seus objetivos através dos objetivos dos *stakeholders*.

Todas as organizações possuem *stakeholders*, e são definidos por SLACK *et al.* (2009) como grupos de pessoas ou apenas uma pessoa que é influenciada ou interfere no sistema de produção. Portanto, os objetivos dos *stakeholders* geram uma ideia geral de produção, e no sistema de produção é necessário um conjunto de objetivos mais específicos.

2.5.4 - Objetivos de desempenho da produção

Os cinco objetivos de desempenho da produção se aplicam para todos os tipos de organização. Definidos por SLACK *et al.* (2009), detalha-se cada um deles.

2.5.4.1 - Objetivo qualidade

RITZMAN *et al.* (2004) definem esse objetivo como sendo uma consequência de uma avaliação do cliente de um produto ou serviço, logo, a qualidade do que está sendo oferecido possui importante implicações para o mercado.

Segundo KOTLER (2000), a qualidade pode ser definida como “a totalidade dos recursos e características de um produto ou serviço que afetam sua capacidade de satisfazer explícita ou implicitamente as necessidades dos clientes”. Já “a garantia de qualidade é parte da gestão de qualidade focada em prover confiança de que os requisitos da qualidade serão atendidos”, logo, apresenta-se mais completa, pois a esta é pertinente o atendimento dos requisitos de qualidade no processo como um todo.

O objetivo qualidade pode ser dividido em duas categorias, conforme JACOBS *et al.* (2009), e são: qualidade do projeto e qualidade do processo. Os autores explicam que qualidade do projeto está focada nas necessidades do cliente, e é o conjunto de recursos que o produto ou serviço contém. E fazem uma comparação, um produto super-elaborado e um sub-elaborado tendem a perder mercado para um produto com qualidade e preço intermediários, mas que atendem as exigências do cliente. Ainda conforme JACOBS *et al.* (2009), a qualidade do processo está relacionada com a confiabilidade do produto ou serviço, ou seja, tem como objetivo produzir sem defeitos, independente se for um produto super-elaborado ou sub-elaborado.

2.5.4.2 - Objetivo velocidade

Segundo SLACK *et al.* (2009) o objetivo velocidade é o tempo necessário que a empresa precisa para entrega do produto, o que se torna um fator determinante na decisão de compra. RITZMAN *et al.* (2004) dividem o prazo de entrega em três prioridades competitivas, que são: prazo de entrega rápido, entrega pontual e velocidade de desenvolvimento.

Seguindo a teoria de RITZMAN *et al.* (2004), a primeira prioridade, o prazo de entrega rápido ou também chamado de tempo de espera é definido como o tempo entre o recebimento do pedido do cliente e seu atendimento. A entrega pontual, é a frequência que as promessas de prazo de entrega são cumpridas. E a última prioridade, à velocidade de desenvolvimento, é considerada como a velocidade desde a geração da ideia de um novo produto até a sua produção.

2.5.4.3 - Objetivo confiabilidade

A confiabilidade está relacionada com a capacidade de a empresa entregar o produto ou o serviço na data prometida, SLACK *et al.* (2009) também afirmam que só após a entrega o consumidor pode julgar a confiabilidade do serviço.

2.5.4.4 - Objetivo flexibilidade

De acordo com DAVIS *et al.* (2001) e flexibilidade pode ser a variedade de produtos ou serviços que a empresa oferece, e é o tempo necessário para adequação do processo da linha de produção antiga para a nova. SLACK *et al.* (2009) complementam que para atender as exigências do cliente, as operações precisam estar em condições de cumprir:

- Flexibilidade de produto/serviço: produzir ou modificar produtos e serviços;
- Flexibilidade de composto: variedade ou compostos de produtos e serviços;
- Flexibilidade de volume: diferentes quantidades de produtos e serviços;
- Flexibilidade de entrega: disponibilidade de tempo de entrega diferentes.

2.5.4.5 - Objetivo custo

Esta é uma relação de todos os outros objetivos; qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade. Desta forma, para melhorar o custo é preciso melhorar o desempenho dos outros objetivos operacionais. SLACK *et al.* (2009) indicam para cada um deles:

- Qualidade de produção evita retrabalho e pode gerar baixos custos;
- Velocidade de operação pode reduzir o estoque e o custo total da produção;
- Confiabilidade de produção pode diminuir os prejuízos e gera um trabalho eficiente;
- Flexibilidade de produção podem ajudar na redução de improdutividade e no custo.

Ou seja, todas as atividades da operação da organização estão relacionadas, e para torná-las mais eficientes, é necessário minimizar o seu custo total sem comprometer as exigências do cliente.

2.6 - ESTRATÉGIA DA PRODUÇÃO

No que diz respeito a estratégia da produção, DAVIS *et al.* (2001) definem como um planejamento de longo prazo que determina como serão utilizados os recursos da empresa atendendo aos objetivos da empresa. Para isso, algumas questões precisam ser analisadas, por exemplo, tecnologia disponível e habilidade exigida dos trabalhadores.

DAVIS *et al.* (2001) também dividem a estratégia da produção em três tipos de planejamento possíveis: planejamento estratégico, tático e o planejamento operacional e controle.

No planejamento estratégico, definem como sendo uma operação para longo prazo, e citam como exemplo o tamanho da planta e o tipo de processo. No segundo tipo de planejamento, tático, considera-se de médio prazo, e é utilizado para definição do tamanho da força do trabalho, por exemplo. E por fim, no planejamento operacional e controle, definem operações de curto prazo e apresentam como questões o sequenciamento diário de trabalhadores, gestão de processos e de estoque.

SLACK *et al.* (2009) afirmam que a estratégia da produção são as decisões e ações estratégicas que definem o papel, os objetivos e as atividades da produção, e separam como importante quatro perspectivas de estratégia:

- “De cima para baixo”, em que a estratégia de produção é uma consequência das decisões do grupo ou de negócios;
- “De baixo para cima”, atividade de construção da estratégia de produção através de melhorias da produção;
- Requisitos do mercado, a estratégia de produção é construída através das necessidades do mercado;
- Recursos da produção, é a estratégia de produção que envolve o levantamento das capacidades dos recursos da produção em mercado.

Na última ação estratégica, de recursos da produção, vale abordar sobre as restrições e capacidades dos recursos. Segundo SLACK *et al.* (2009), se trata de uma questão lógica, em que a estratégia de melhor negócio é a empresa estar inserida em um mercado considerando as habilidades de produzir produtos ou serviços. Isso significa então, identificação de restrições e competências de operações da empresa, para atender a demanda do mercado.

As estratégias de produção auxiliam as empresas na resistência das variações externas e na sobrevivência ao mercado competitivo. Consequentemente também influencia na satisfação do cliente para atender os cinco objetivos de desempenho.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Neste capítulo é apresentado um método para o monitoramento de desempenho tempo real e a criação de uma Cadeia de Ajuda para apoiar a estratégia da manufatura enxuta.

Conforme observado, não se encontraram, na literatura pesquisada, trabalhos sobre métodos para o monitoramento do desempenho em tempo real e a criação de uma Cadeia de Ajuda, ou seja, nenhum trabalho com o mesmo foco que será apresentado a seguir. Portanto, o método que será proposto neste capítulo busca preencher esta lacuna e é detalhado a seguir.

3.2 - VISÃO MACRO DO MÉTODO

Uma visão macro do método de monitoramento do desempenho em tempo real e a criação de uma Cadeia de Ajuda aparecem na Figura 3.1. Como pode ser observado, este método consiste em três etapas bem definidas:



Figura 3.1 - Método de monitoramento.

Planejamento e preparação da equipe: nesta etapa se planeja, a partir da montagem de uma equipe e de um treinamento do método a ser implantado, o local (linha de produção) dará o monitoramento e a definição dos indicadores de controle e das metas a serem alcançadas. Esta etapa propõe a realização de quatro passos: escolha do Líder de projeto e da equipe, treinamento sobre indicador de desempenho no contexto da Manufatura Enxuta, definição do local de aplicação e do ponto de controle no interior da linha.

Definição do sistema de monitoramento de desempenho automático em tempo real e cadeia de ajuda: uma vez montada a equipe e planejada a implantação, nesta etapa

define-se o sistema de monitoramento que será usado em função das necessidades da empresa, bem como a estrutura que se usará (sistema de gerenciamento e os procedimentos da Cadeia de Ajuda). Logo, esta etapa propõe a realização de quatro passos: escolha do sistema, definição dos critérios e definição dos procedimentos da Cadeia de Ajuda.

Aplicação do sistema para gerenciamento do desempenho de produção: planejado o sistema, montada a estrutura física e definidas as rotinas para a utilização do sistema Alfa, a terceira etapa tem por objetivo aplicar o sistema com os critérios estabelecidos. Inicia-se com um treinamento operacional para os colaboradores que irão usar e interagir com o sistema, passa-se ao processamento dos sinais enquanto as máquinas estão em operação e à transferência destes sinais em informações gerenciais para compilamento dos dados em tempo real. Os dados coletados vão se transformar na memória industrial do processo e, a partir da detecção de problemas, o sistema informa em vermelho (alerta) qual a linha crítica que extrapolou os limites estabelecidos para que a qualidade acione a Cadeia de Ajuda, seguindo os procedimentos operacionais definidos na etapa anterior. À medida que a ME propõe o melhoramento contínuo, a aplicação do Sistema Alfa irá interagir com as etapas de planejamento e de definição do sistema para prover as melhorias imprescindíveis para evolução do método.

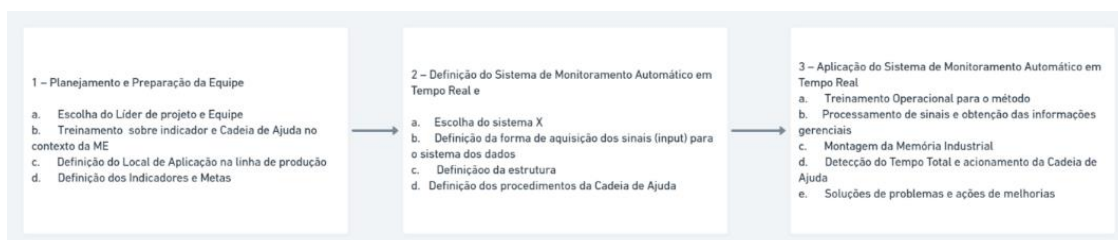


Figura 3.2 - Passo a passo macro de implantação em 3 etapas.

Na sequência, são apresentadas as três etapas com seus respectivos passos.

3.3 - PLANEJAMENTO E PREPARAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO

A primeira etapa do método proposto tem por função perceber a realidade da empresa com foco na área onde se deseja implantar o monitoramento. Devem-se avaliar as alternativas, projetando-se um referencial futuro com objetivos e metas a serem alcançadas e estruturando o projeto para as demais etapas, de forma a prover um controle e acompanhamento do processo de implantação. No caso de a empresa ainda

não trabalhar com método automático de parada de linha, observou-se a oportunidade de implementá-lo. A implantação apresenta um resumo dos passos propostos para esta primeira etapa, que são detalhados na sequência.

Tabela 3.1 - Planejamento e preparação para implantação.

Passo	O que	Quem	Como
A	Escolha do Líder de projeto e equipe	Gerente + coordenador Lean (se houver)	Verificar a abrangência do que se deseja. A equipe deverá ser composta por pelo menos uma pessoa de PCPM, Manutenção e Engenharia e o restante de Produção (Operadores, facilitadores e supervisor)
B	Treinamento sobre indicador de desempenho e cadeia de ajuda no contexto da Manufatura Enxuta	Coordenador Lean	Treinamento padronizado
C	Definição do Local de Aplicação e do ponto de controle na linha de produção	Equipe	Definir qual linha será piloto. É importante que a opção seja feita por uma linha que tenha problemas com índice elevado de falhas.
D	Definição dos Indicadores e Metas	Equipe	Levantar informações de produção e desempenho atual da linha e produtividade (quantidade de peças entregues/horas totais do turno) e consensar uma meta para pelo menos um destes dois indicadores.

3.3.1 - Escolha do líder do projeto e da equipe

Este primeiro passo consiste na escolha do Líder do Projeto e da Equipe. Tendo em vista que o método de monitoramento automático a ser aplicado deve se inserir na realidade da empresa, para isso é importante que se reconheçam os interesses e expectativas dos diversos setores envolvidos, pois seu desconhecimento pode levar a uma série de dificuldades futuras, além de impactos e atrasos na implementação. Tais como a não aceitação ou o descrédito no indicador e/ou no método como um todo.

O Líder de Projeto deve ser indicado pelo Gerente da área, é recomendado que seja alguém da própria área onde será implantada a mudança. O envolvimento dos setores e das pessoas que serão afetadas pela aplicação do método facilita a sustentação

dos resultados nas etapas posteriores, desta forma, todo o cuidado deve ser tomado nesta etapa, no sentido de escolher as pessoas certas. É importante ressaltar que nesta primeira etapa, promover uma reunião e expor os objetivos ao gerente e ao supervisor, responsáveis pela área onde será implantado o sistema, para que a equipe seja formada pela indicação das chefias. Isto gera na equipe uma responsabilidade maior e conseqüentemente maior motivação, o que impacta positivamente no resultado do trabalho.

Para este tipo de trabalho, é necessário que se tenha na equipe, além das pessoas da própria área, indicadas pelo gerente ou pelo supervisor, pelo menos uma pessoa de cada uma das seguintes áreas: PCPM, Engenharia de Processos, Qualidade e Manutenção, uma vez que essas áreas também são afetadas pela implantação do método.

O segundo passo consiste no entendimento do método, por parte da equipe, por meio de um treinamento.

3.3.2 - Treinamento sobre indicador de desempenho e cadeia de ajuda no contexto da manufatura enxuta

Uma vez definido o Líder do Projeto e a equipe de implantação, o segundo passo da etapa de planejamento consiste no treinamento inicial de todo o grupo sobre o método no contexto da Manufatura Enxuta. Este treinamento deve reforçar os conceitos de ME envolvidos no trabalho, tais como o trabalho em fluxo, além de aguçar o senso crítico dos envolvidos para questionarem o que agrega ou não agrega valor para o cliente, e para terem percepção dos desperdícios que ainda estão presentes no processo produtivo.

É extremamente fundamental que todos entendam o conceito e os cálculos envolvidos. Neste treinamento, deve ser deixado claro que o método se refere apenas a falhas e que a busca pelo indicador se refere ao fato da empresa usar melhor os insumos que estão disponíveis. O número definido nesse método deve refletir no uso e taxa de falhas e deve mostrar o que fazer para obter a produção que se deseja com o mínimo de desperdício possível.

Desta forma, deve-se ter especial cuidado ao definir os critérios de paradas que não “pesam” no indicador de desempenho. Quando se definem estes critérios, está se

dizendo que os recursos empreendidos neste processo estão sendo aplicados adequadamente com o mínimo de rejeitos.

A equipe estando apta para aplicar o conhecimento adquirido, o próximo passo será justamente esta aplicação.

3.4 - DEFINIÇÃO DO LOCAL DE APLICAÇÃO E DO PONTO DE CONTROLE NA LINHA DE PRODUÇÃO

Após a revisão dos conceitos da ME, no passo anterior, a equipe, agora, deve definir onde o método deve ser aplicado. É recomendado escolher o lugar com maior taxa de falhas, falta de gerenciamento de produção, desperdícios de matéria prima.

Com a linha escolhida, a equipe deve analisar os postos desta linha e definir o ponto de controle ou o ponto de coleta dos dados para o monitoramento. O ponto de controle deve ser o gargalo da linha, ou seja, os postos que realizam a operação com o maior tempo de ciclo. Estes pontos são responsáveis pelo ritmo do processo, e, portanto, a medição nestes pontos garante que o que está se medindo é exatamente o que está saindo, já que as demais operações são mais rápidas e estão trabalhando em fluxo contínuo.

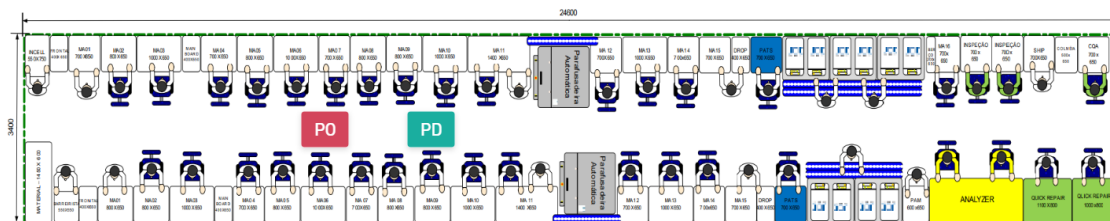


Figura 3.3 - Estrutura da linha de produção.

O próximo passo será definir onde se quer chegar através de Metas e dos Indicadores.

É importante ressaltar que, em geral, aquilo que não se mede não se gerencia, é essencial que se acompanhe os resultados do projeto. Assim, com a definição do local de aplicação, no passo anterior, a equipe terá condições de levantar, junto à área de PCPM, informações de capacidade atual da linha e/ou produtividade (quantidade de peças entregues/horas totais do turno) e consensuar uma meta para, pelo menos, um destes dois indicadores. As metas devem ser estabelecidas considerando que, se a empresa não tem nenhum método de controle implantado, somente o fato de começar a

controlar de forma transparente, ou seja, de que os operadores saibam que seus equipamentos e insumos estão sendo monitorados, já eleva o número atual em torno de 5%.

O indicador mais importante do projeto é o próprio Yield (Eficiência), caso a empresa não tenha nenhum sistema de cálculo do Yield anterior. Uma forma de se calcular aproximadamente o Yield atual é calcular inicialmente a quantidade de falhas e dividir pela quantidade produzida, conforme mostra a Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Exemplo de cálculo de Yield (Indicador de desempenho).

Produto	Quantidade de falhas	Quantidade Produzida	Yield(Indicador de desempenho) [Quantidade Produzida - Quantidade de Falhas / Quantidade produzida]*100%
A	1000	50000	98%
B	3000	70000	95,71%
C	6000	90000	93,33%

O indicador de produção (desempenho) deve ser calculado considerando a produção – defeitos, ou seja, sem nenhuma concessão dada por fadiga ou outros motivos (normalmente considerado por cronoanalistas). Se os dados de produção estiverem corretos, o número oferecerá uma boa aproximação do indicador de desempenho que o sistema calculará. Vale lembrar que não é possível identificar, neste cálculo, o que levou ao número. E, portanto, mais difícil ainda se torna realizar alguma ação de melhoria efetiva somente com esta informação. Mas para uma comparação inicial o cálculo pode ser usado.

Julga-se importante que se definam indicadores aceitos por todos. Por exemplo, no caso de indicadores financeiros, estes devem ser validados pela controladoria da empresa ou pela área responsável. No caso de indicadores relativos à produção, devem ser validados pelo PCPM. Isto dará credibilidade aos resultados alcançados pela equipe.

Com as metas e os indicadores definidos, a equipe deve definir, no próximo passo, o software e a coleta de dados.

3.5 - DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO AUTOMÁTICO EM TEMPO REAL E COLETA DE DADOS

Com o conhecimento nivelado sobre ME e indicador de desempenho, o ponto de controle já foi definido, assim como os indicadores e as metas. O foco da equipe de projeto, agora, é escolher um sistema de monitoramento do desempenho da produção em tempo real que melhor se adapte às necessidades da empresa e possibilite alcançar as metas propostas. A Tabela 3.3 mostra um resumo dos passos desta etapa.

Tabela 3.3 - Definição do Software e coleta de dados.

Passo	O que	Quem	Como
A	Escolha do software	Equipe	Análise dos softwares de mercado
B	Definição da forma de aquisição dos sinais para alimentação dos dados no software	Equipe	Através da definição exigida pelo software já definido no passo anterior, a equipe deve buscar formas de interligar máquinas e postos.
C	Definição da estrutura da Torre de Controle	Gerente/ Supervisor e Equipe	Contratar ou deslocar uma pessoa por turno para esta tarefa.
D	Definição dos procedimentos da Cadeia de Ajuda	Equipe	A Equipe deve definir todos os procedimentos a serem seguidos

3.5.1 - Escolha do software

A equipe está alinhada com os conceitos de indicador de desempenho e ME e tem bem claro as metas a serem alcançadas, portanto, neste passo cabe definir os meios que serão usados para se alcançar tais metas. O primeiro deles é o software que fará esse gerenciamento.

Várias empresas no mercado fornecem software de monitoramento automático em tempo real. A busca do software mais adequado deve levar em consideração algumas questões que devem ser verificadas se são atendidos pelos softwares:

- Auxiliar na gestão de melhoria contínua do processo produtivo. Através da coleta dos principais eventos das operações do processo produtivo que se deseja monitorar, em tempo real, o software deve processá-los e apresentá-los de forma analítica, em gráficos e relatórios, para avaliação de desempenho. Realizar o

CEP (Controle Estatístico do Processo) das falhas do processo produtivo da máquina e mostrar os gráficos de pareto dos tipos de defeitos e das paradas da máquina. Possibilitar o monitoramento de máquinas cíclicas, operando em células de produção ou isoladamente.

- Possibilitar o armazenamento de o todo histórico produtivo monitorado, criando um banco de dados que preserve a memória da empresa, possibilitando benchmarking interno e comparação dos resultados obtidos ao longo do tempo. Enfim, guardar o histórico de evolução da empresa.
- Apresentar uma solução de hardware compatível com a realidade e o ambiente da empresa. O hardware tem que suportar o ambiente da fábrica, ou seja, deve ser robusto o suficiente para suportar o ambiente em questão. Ou a infraestrutura de rede exigida deve estar compatível com aquela disponível na empresa (rede da empresa apta a suportar o tráfego de informações provocadas pelo software).
- Possibilidade de adquirir o software em módulos que tornem o investimento menor.
- Possibilidade de integração com ERP/ Kanban da empresa.
- Possibilidade de ser operado por pessoas com necessidades especiais (baixa visão, cegueira, cadeirantes etc.) visto que, atualmente, as empresas possuem uma obrigação legal de ter em seus quadros de colaboradores uma cota de pessoas com necessidades especiais.

Com a análise dos pontos apresentados, a decisão pode ser tomada com mais facilidade. Tendo-se escolhido o software, o passo seguinte é a definição da forma de aquisição de sinais.

Como a empresa possui software de gerenciamento da produção, optou-se por adaptar a comunicação existente entre as máquinas e postos para interface com o método proposto.

É importante ressaltar que a empresa apesar de possuir sistema que funciona como Shop Floor Control, o método de parada de linha ainda ocorre de forma manual e depende do comprometimento dos colaboradores da cadeia de ajuda, conforme mostra a Figura 3.4:

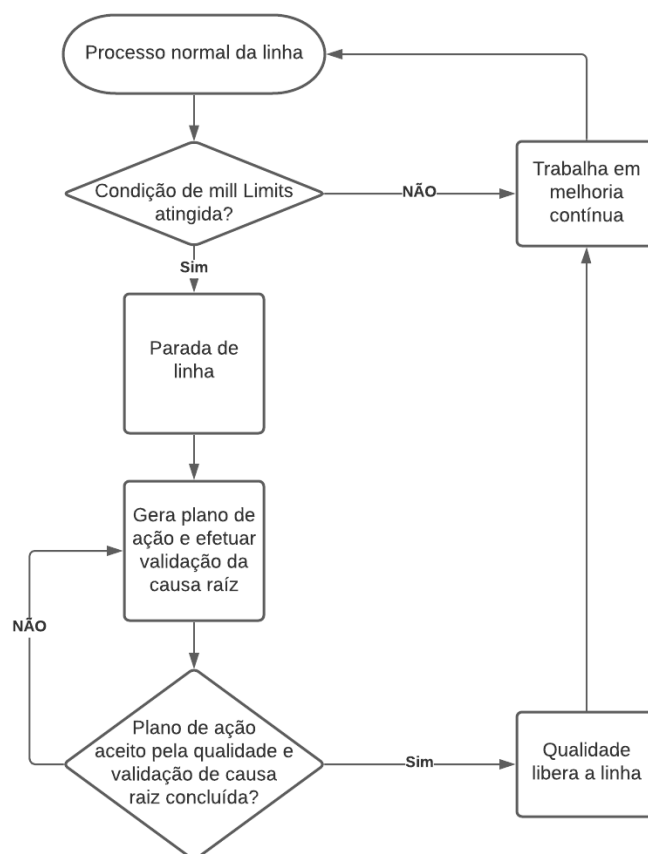


Figura 3.4 - Fluxograma de decisão de parada ou retomada de linha.

3.5.2 - Definição da forma de aquisição dos dados

Com o sistema definido na etapa anterior, a equipe deve implantar a coleta automática dos dados. A fonte e coleta destes dados podem variar de um software para outro e deve ser providenciada a coleta dos dados exigidos pelo software escolhido. Normalmente, para controle do desempenho, o mínimo seria a aquisição automática ou interface com o sistema atual.

Nesta etapa, a equipe deve fazer também a configuração do software. Esta configuração consiste nos dados de entrada que o software usa para comparar os dados que estão sendo coletados. Normalmente se cadastra, para cada linha: a família de itens a serem produzidos, falhas, padrão, tempo de setup e outras informações, dependendo de cada software.

A equipe deve criar também uma lista de motivos de paradas e falhas, a ser usada pelos operadores quando a célula parar, ou como alerta, para que uma ação seja

realizada antes que a linha pare. Esta lista de motivos de paradas deve ser dividida por áreas de responsabilidade a ser usadas na montagem da Cadeia de Ajuda dentro de cada uma destas áreas quando necessário.

Na Figura 3.5 é possível observar os passos a serem seguidos para o registro das falhas que serão monitorados pelo software:

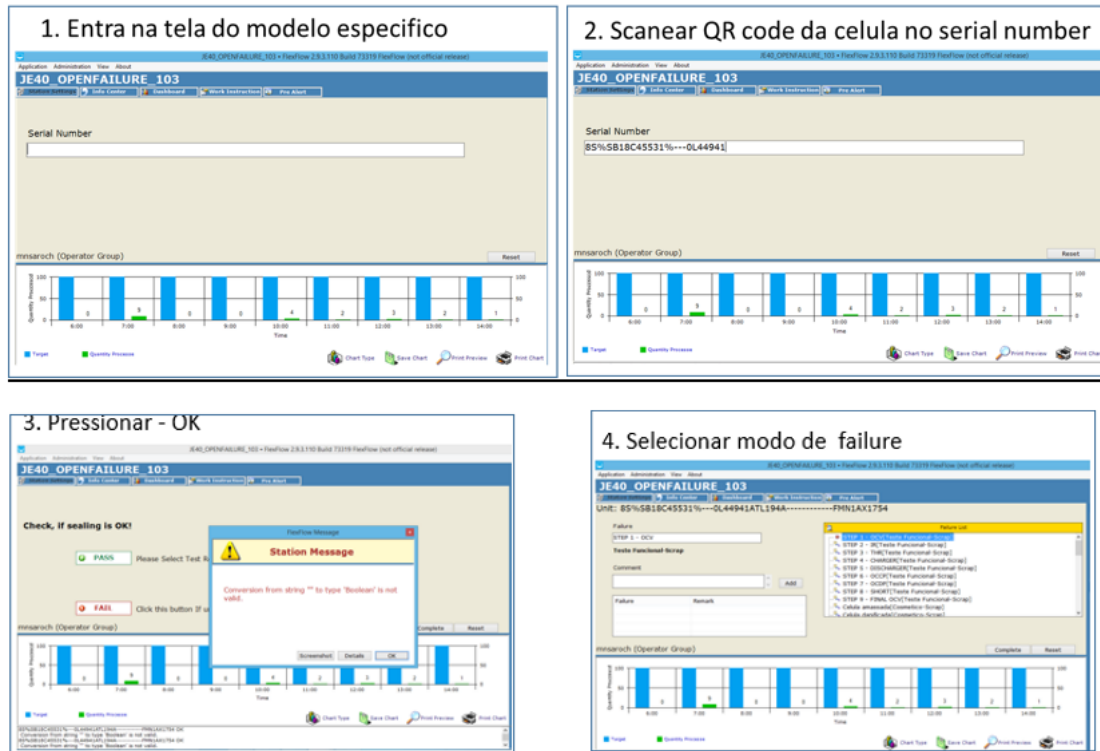


Figura 3.5 - Registro de falhas no sistema.

É importante salientar, que para compilação dos dados no Sistema Alfa, foi realizado um estudo das falhas e definição dos critérios com a cadeia de ajuda.

Desta forma, a configuração no Sistema Alfa depende do input das variáveis (critério) definido para funcionamento do método de monitoramento do desempenho operacional.

Segue abaixo esboço do sistema com o detalhamento dos critérios na sequência:

Ferramenta On-line

Métricas

Histórico de Ações

Serial Defect Control - BackEnd

ON Live Report

Limpar Filtros

Regras Extras Ativas

Linhas Bloqueadas

Model	Familia	Linha	Regra Extra	Qtde TBA Cosméticos		Qtde TBR Cosméticos		Qtde Defeitos Permitidos		DPHU		Qty TBA Elétrico		Qty TBR Elétrico		Qtde CQA 7%		Unidades Fresh para Teste		Poltriz TBR Quantity		Unidades reparadas para teste		WIP de falhas sem TBA	
				Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite
BE18																									
XT2053-2	Fiji	BE18		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	0	250	0	20	0	12	0	
XT2097-5	Malta Lite	BE18		2	6	0	8	1	8	1.80%	4.00%	3	8	0	8	0	1	52	180	0	20	0	12	1	
XT2127-1	Capri Row	BE18		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	0	200	0	20	0	12	0	
XT2129-1	Capri Plus	BE18		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	0	150	0	20	0	12	0	
BE19																									
XT2053-5	Fiji SC	BE19		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	6	200	0	10	0	6	0	
XT2095-1	Malta 20	BE19	Linha Bloqueada	0	6	0	8	3	8	3.23%	4.00%	3	8	0	8	0	1	260	250	0	20	0	12	6	
BE20																									
XT2053-2	Fiji	BE20		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	0	250	0	20	3	12	0	
XT2127-1	Capri Row	BE20		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	0	200	0	20	0	12	0	
XT2128-1	Java21	BE20		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	1	200	0	20	0	12	0	
BE21																									
XT2127-1	Capri Row	BE21		0	6	0	8	1	8	1.74%	4.00%	0	8	0	8	0	1	72	200	1	20	3	12	3	
XT2128-1	Java21	BE21		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	0	8	0	1	2	200	0	20	0	12	0	
XT2129-1	Capri Plus	BE21		0	6	0	8	0	8	0.00%	4.00%	0	8	1	8	0	1	0	150	0	20	0	12	0	

Bloqueio de Linha Automático

Resultado em tempo Real

Limite de Controle

39

Figura 3.6 - Dashboard de monitoramento.

Com a configuração automática dos sinais e as informações cadastradas o software está pronto para funcionar. A equipe, agora, deve partir para organização da coleta de dados, de forma que as informações disponibilizadas pelo sistema disparem ações também em tempo real. Isto é possibilitado pelo passo seguinte.

Meta

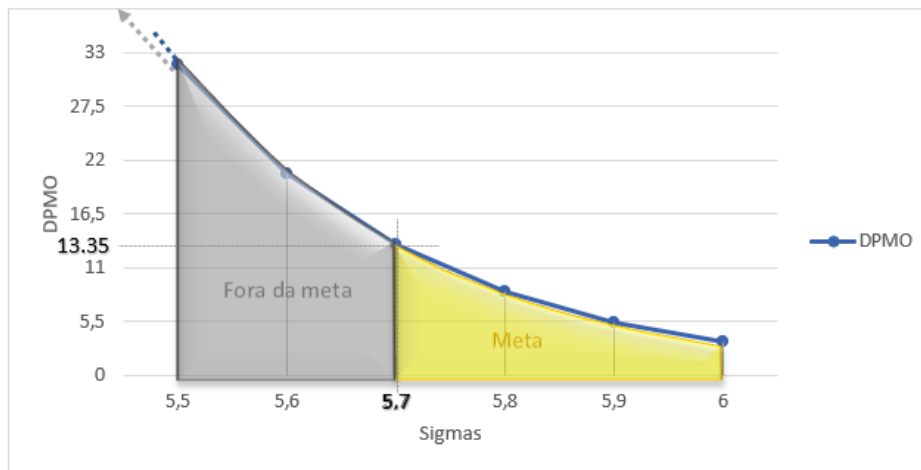


Figura 3.7 - Meta de defeitos (DPMU).

3.5.3 - Definição da estrutura da coleta de dados

Uma vez definido o critério e tomadas as demais providências da etapa anterior, neste passo deve-se definir a estrutura da coleta de dados.

A coleta dos dados de forma automatizada requer um suporte dos empregados para configuração no sistema dos critérios a serem monitorados.

O focal de qualidade realiza o monitoramento online no processo, que observam quais as falhas e estações que estão bloqueadas para produção, que, ao surgir qualquer problema, que é visualizado na tela do Sistema Alfa pelo apontamento de um motivo de parada ou alerta, dão início a uma ação corretiva por intermédio de algum meio de comunicação pré-definido (telefone, rádio, andon, etc), acionando o primeiro nível da Cadeia de Ajuda, de acordo com o procedimento que será definido no próximo passo.

A equipe, juntamente com o gerente da área, deve definir uma pessoa para atuar como focal no processo produtivo.

É importante ressaltar que não faz sentido monitorar em tempo real e não agir em tempo real. Assim, esta etapa é voltada a intensificar o processo de melhoria

contínua. Ela possibilita que ações sejam tomadas enquanto os problemas estão acontecendo e, portanto, a tempo de reverter suas consequências.

A principal finalidade dessa coleta de dados é verificar a sustentabilidade das melhorias e, conseqüentemente, a estabilidade do processo produtivo, através do funcionamento das linhas dentro dos padrões estabelecidos de qualidade e eficiência.

Atingir a estabilidade exige um esforço estruturado para apoiar os operadores na solução de problemas. Quando o operador se depara com um problema, deve parar a sua atividade, evitando passar defeitos para o processo seguinte. Esse é o conceito de JIDOKA. Porém, não basta apenas parar a produção, é necessário criar mecanismos de sinalização (tradicionalmente são os ANDONS) que possibilitem ao operador solicitar ajuda para a solução dos problemas. O Sistema Alfa apresentado neste método vem justamente como a alternativa para garantir a efetividade dos ANDONS, assegurando que a ajuda necessária seja solicitada e sua efetividade verificada.

O próximo passo é justamente definir como deve funcionar esta ajuda.

3.5.4 - Definição dos procedimentos da cadeia de ajuda

A coleta e método foi definida no passo anterior e cabe à equipe, agora, deixar claro como agir quando detectar um problema na tela do Sistema Alfa, ou seja, definir o procedimento de Cadeia de Ajuda.

Conforme descrito no Capítulo 2, o conceito de Cadeia de Ajuda está basicamente ligado ao suporte que se dá à resolução dos problemas que aparecem no dia a dia do chão de fábrica. Para CAMPOS *et al.* (2010), trata-se de uma rotina de interação e envolvimento entre vários níveis da organização, iniciando-se com o operador e chegando às lideranças imediatas, que objetiva resolver rapidamente e conter um problema quando ele surge para restabelecer o fluxo produtivo.

Nesse contexto, para TORTORELLA e FOGLIATTO (2017), a liderança desempenha um papel importante para as mudanças, onde é possível observar o método em que apontam alternativas de melhoria que podem ser desenvolvidas simultaneamente em diferentes níveis hierárquicos de liderança nas empresas. Além disso, usando a matriz de estilos de liderança ideais, as empresas podem identificar fases de implementação no processo enxuto que são mal servidos pelos estilos de liderança atuais, antecipando problemas e desenvolvendo práticas de HRM para mitigá-las. Isso é bastante relevante, uma vez que as mudanças nos comportamentos e

expectativas de liderança podem demorar mais tempo para serem implementadas; portanto, é importante entender essas oportunidades e ter uma visão clara de lacunas atuais dentro da empresa.

A criação dessa Cadeia de Ajuda exige disciplina e esforço de toda a liderança. Para que isso aconteça, é necessário definir claramente a responsabilidade de cada integrante da Cadeia de Ajuda, os tempos de referência para a solução dos problemas e o padrão dessa sistemática. Somente com essas definições é possível atingir a estabilidade para a produção, viabilizando o fluxo contínuo.

O procedimento de Cadeia de Ajuda deve estar formalizado e padronizado. Pode ser em forma de fluxograma, tabela ou outra forma que a equipe de projeto achar mais conveniente, de acordo com cada empresa. O importante é que, quando surgir um problema, a equipe saiba exatamente o que fazer ou quem acionar. No procedimento descrito deve estar definido qual nível é acionado primeiro e qual a pessoa ou o grupo que deverá ser contatado neste acionamento. Deve estar definido também quanto tempo esta pessoa ou este grupo terá para realizar a ação. Caso o problema não seja solucionado no tempo pré-determinado pelo procedimento, o segundo nível deverá ser acionado. Igualmente este segundo nível deverá ter um tempo para realizar a ação e resolver o problema. E assim sucessivamente podem ser criados vários níveis, de acordo com o porte e a hierarquia de cada empresa.

Abaixo há um resumo destas etapas a serem seguidas:

3.5.5 - Regras

- Unidades Fresh para Teste (FE e BE)

Unidades produzidas que ainda não foram testadas, essa regra serve para que não se forme bolhas para teste, fazendo com que a detecção de falhas seja rápida para evitar scrap e fazer uma rápida atuação.

- TBA Quantidade (FE e BE Elétricas/Cosméticas)

Unidades que falharam no teste e estão pendentes para análise com o time do Debug/CAR, essa regra, assim como a anterior serve para rápido feedback para a linha da causa raiz dos problemas agilizando a análise e atuação no problema e reduzindo Scrap.

- **TBR Quantidade (FE e BE Elétricas/Cosméticas)**

Unidades com causa raiz definida por Debug/CAR, mas que ainda não foram reparadas, essa regra serve para acelerar a velocidade do reparo para que se possa testar a unidade validando a causa raiz e a eficiência da análise.

- **Unidades Reparadas para Teste (FE e BE)**

Unidades já reparadas, após causa raiz definida pelo Debug/CAR, pendentes para teste para validação da causa raiz e eficiência do reparo e análise.

- **WIP de falhas sem TBA (FE e BE)**

Unidades que falharam no primeiro teste, mas ainda não foram retestadas para confirmar o TBA, essa regra serve para acelerar o feedback, impedindo que as unidades fiquem paradas na linha, evitando desvios de processo e redução do DPHU, uma vez que se após 60 minutos do primeiro teste a unidade ainda não tiver sido retestada, ela é automaticamente categorizada como DPHU.

- **DPHU (FE e BE)**

Taxa de falhas gerais do processo, esse índice é obtido **continuamente** com o acumulado da última hora (Exemplo: das 6:00 às 07:00, das 06:05 às 07:05, das 06:06 às 07:06, etc) tanto por falhas abertas manualmente no processo quanto por falhas detectadas por testes automáticos. Utilizamos a Eq. (3.1):

$$DPHU = \frac{Falhas}{Produção} \times 100 \quad (3.1)$$

- **Quantidade de defeitos permitidos (FE e BE)**

Quantidade de defeitos iguais na mesma hora, essa regra serve para prevenção de catástrofes, pois analisa se o **Defect Code** (Origem da falha) e **Ref Des** (Peça com problema) se repetem sequencialmente durante certo período de tempo.

- **Lote amostral da qualidade (OBA)**

Unidade com falhas logadas pela amostragem da Qualidade.

Nota Importante: Em caso de qualquer regra excedida, a linha produção deve ser parada imediatamente, apenas seguindo com o escoamento (A partir do forno em FE e a

partir da geração de Incell em BE), o(a) focal de linha deve garantir essa parada, o IPQC pode auditar a parada e emitir uma não conformidade MAIOR caso a linha não tenha sido parada.

- **Limites**

É de responsabilidade da Engenharia da Qualidade, Processos e Testes, durante o NPI calcular os limites para fazer a linha produzir de forma controlada.

Após NPI, pode-se a qualquer tempo ocorrer a revisão dos limites, caso necessário o mesmo time deve novamente se reunir para que ocorra a definição.

O input dos limites no sistema e a convocação da reunião devem ser feitos pela Engenharia da Qualidade.

- **Planos de ações**

O plano de ação deve ser preenchido eletronicamente no local indicado no sistema com todos os campos solicitados.

- **Plano de escalonamento**

A matriz de escalonamento deve ser usada em caso de parada de linha e a não solução / determinação da causa raiz, conforme apresentado na Figura 3.8.

Níveis	Hierarquia	Escalonamento
Nível 6	GM	acima 120 minutos
Nível 5	Gerente	90 ~ 120 minutos
Nível 4	Supervisor	60 ~ 90 minutos
Nível 3	Coordenador	45 ~ 60 minutos
Nível 2	Focais	20 ~ 45 minutos
Nível 1	Operacional	0 ~ 20 minutos
Linha		

Figura 3.8 - Matriz de escalonamento.

- **Parada de Linha**

A linha será parada sempre que atingir um ou mais dos critérios estabelecidos no sistema.

Durante o período em que a linha se encontra parada, o time da cadeia de ajuda da linha deve estar focado na resolução do problema para que a linha volte a rodar no menor tempo possível.

- **Desvio**

Sempre que não houver forma rápida e/ou eficiente para resolver os problemas que estão impactando a performance da linha, deve-se preencher o formulário de Desvio para que a linha possa produzir com uma taxa de falhas pré definida.

O formulário de Desvio deve ser preenchido e enviado para aprovação por e-mail para os aprovadores: Gerência de MFG, Gerência de Engenharia, Gerência de Qualidade e Gerência do CAR.

- **Retomada de Linha**

Após a parada de linha, deve-se apresentar um plano de ação para que haja a retomada da mesma.

São condições para a retomada da linha:

- Plano de ação aceito pela qualidade.
- 5S dos postos e checagem do armazenamento correto do material.
- Escoamento da linha para as unidades já montadas.
- Treinamento dos operadores, principalmente para o posto que gerou a falha em casos de falhas operacionais.
- Validação de causa raiz.
 - o Para falhas operacionais: 12 unidades.
 - o Para falhas de Fornecedor / CAR / Testes: 30 min de produção.

Para liberar a linha, acessar o Sistema Alfa e seguir os passos na Figura 3.9:

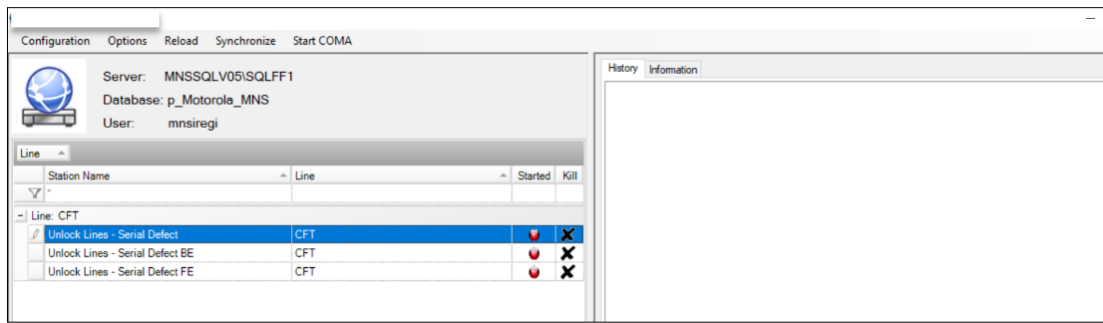


Figura 3.9 - Escolha do processo que será liberado.

Escolher a linha que será liberada:

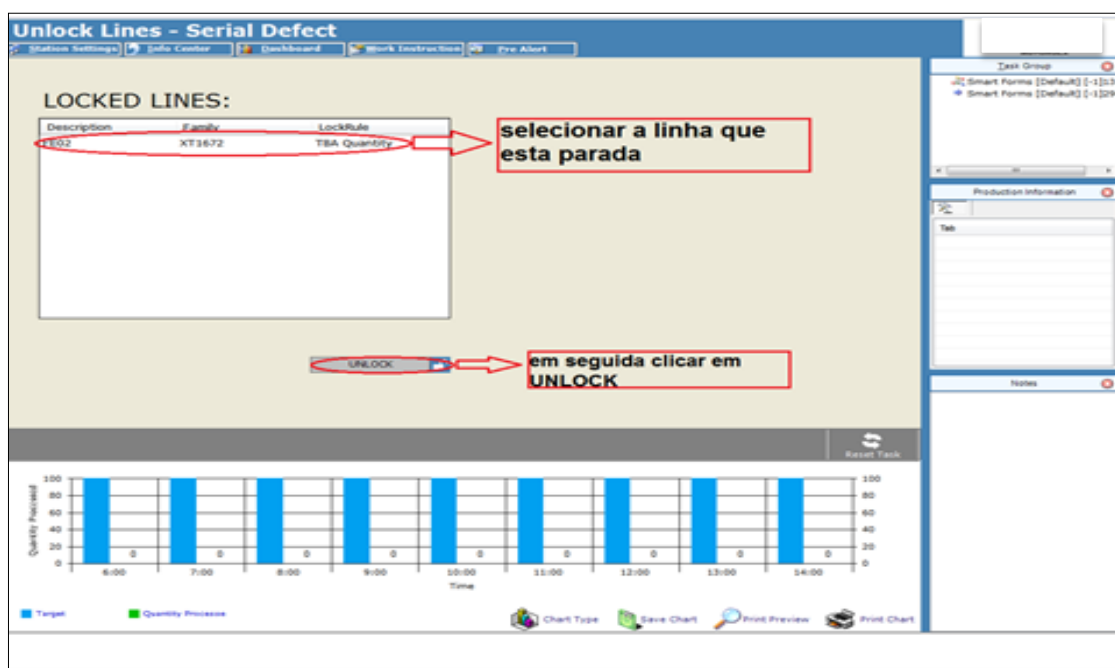


Figura 3.10 - Tela de escolha do processo a ser liberado.

Insira o plano de ação com responsável e data e a causa raiz.

OBS: Sempre que não houver forma rápida e/ou eficiente para resolver os problemas que estão impactando a performance da linha, deve-se preencher o formulário de desvio para que a linha possa produzir com uma taxa de falhas pré-definida.

O formulário de Desvio, deve ser preenchido e enviado para aprovação por e-mail para os aprovadores: Gerência de manufatura, Gerência de Engenharia, Gerência de Qualidade e Gerência de Materiais.

- **Diretrizes principais**

É recomendável que quando a linha pare, o time da cadeia de ajuda abra uma regra extra de 10min para que as ações definidas pela reunião na linha sejam implementadas.

Observação: Exceto em casos de catástrofes, o Auditor de Qualidade não deve inserir regras extras no momento da liberação da linha que durem por mais de 1 hora.

Quando a linha parar por alguma regra, o auditor deve analisar no momento da liberação e aumentar as outras regras de forma racional para que a linha não volte a travar em seguida pela próxima regra. Exemplo: Caso a linha pare por defeitos gerados (DPHU) com 10% em uma linha cujo limite é 5%, é interessante aumentar de forma linear (50% a mais) as outras regras no momento do destravamento, uma vez que esse excesso de falha certamente poderá afetar as regras de TBA, TBR, etc na próxima hora, nesse caso, o ideal é liberar a linha com esses limites alterados.

Nos quadros abaixo estão os detalhes da atuação da cadeia de ajuda:

- Manufatura:

Tabela 3.4 - Cadeia de ajuda para a Manufatura.

Process (Processo)	What (O Quê)	When (Quando)	Why (Porquê)	How (Como)	Who (Quem)	Area (Área)
Fresh Market cosmético	Acionar o Auditor.	1) Imediatamente quando algum dos pontos de detecção atingir o nível amarelo ou vermelho . 2) Quando precisar suporte para problemas.	1) ajudar a linha voltar a produzir no menor tempo possível. 2) Ajudar na melhoria contínua.	1) Acionar o Auditor da linha e mostrar as falhas que estão sendo detectadas.	Operador de Rework	MFG
Fresh Market cosmético.	Retrabalho das unidades defeituosas	Até retrabalhar todas as unidades defeituosas.	Dar feedback do root cause das falhas para a linha afim de melhorar as métricas.	1) Trabalhar com LIFO, ou seja, sempre priorizar retrabalhar a falha mais recente 2) Seguir rigorosamente o processo de abertura definido pela engenharia afim de evitar scrap. 3) Dar feedback para o Focal/Operador 2 para que possa, identificando o ponto de falha, fazer o retreinamento dos envolvidos no processo em casos de WMS.	Operador de Rework	MFG
Fresh Market Leak Test	Colocar unidades na caixa	Após debug.	Controle de parada de linha por excesso de falha de Leak test.	Transferir manualmente cada unidade com TBA para a caixa de mill limits elétrico. Não é permitido o acúmulo de unidades.	Operador de debug1	MFG
Fresh Market Falhas Elétricas	Colocar unidades de TBA manual na caixa	Imediatamente para cada unidade com TBA manual	Controle de parada de linha por excesso de falha elétrica.	Para cada falha elétrica constatada manualmente, abrir TBA no sistema com o log	Focal	MFG

		detectada.		correto e transferir manualmente para a caixa de mill limits (Fresh Market)		
Fresh Market Falhas Elétricas	Colocar unidades na caixa	Imediatamente após estação de teste mostrar a unidade com TBA.	Controle de parada de linha por excesso de falha elétrica.	Transferir manualmente cada unidade com TBA para a caixa de mill limits elétrico Fresh Market). Não é permitido o acúmulo de unidades.	Operador	MFG
Parada de Linha	Parar a linha	Quando for avisado pela Qualidade.	Para que se possa conter os problemas da linha e manter a melhoria contínua e a linha sob controle.	Para a linha ao ser informado pelo Auditor.	Focal	MFG
Parada de Linha	Escoamento da linha	Parada de linha	Garantir que todo o material afetado não esteja mais na linha para voltar a produzir livre de unidades defeituosas que possam impactar a métrica.	Ao ser solicitada a parada, todas as unidades devem ser escoadas seguindo o fluxo normal do processo. Até a última unidade montada.	Focal/time de MFG	MFG
Parada de Linha	Revisão do 5S do posto	Parada de linha	Garantir que o posto esteja nas melhores condições de trabalho quando a linha voltar a rodar.	1) Retirar lixo e limpar posto de trabalho. 2) Organizar posto de acordo com lay out padrão. 3) Substituir materiais danificados no posto de trabalho.	Operador do posto	MFG
Parada de Linha	Revisão do acondicionamento do material no posto	Parada de linha	Garantir que o material esteja protegido adequadamente para não gerar falhas.	1) Rever o posto de trabalho para garantir que o material esteja alocado de acordo com o que solicita o procedimento. Em caso de dúvidas, acionar o Op2 / Focal.	Operador do posto	MFG
Parada de Linha	Treinamento de operadores	Parada de Linha	Garantir que os operadores recebam treinamentos para que não haja falhas operacionais no processo.	1) Identificação de pessoas e treinamento das mesmas (incluindo pessoas já aptas para esse posto) efetua o treinamento teórico e prático.	Operador 2	MFG

- CAR:

Tabela 3.5 - Cadeia de ajuda para CAR.

Process (Processo)	What (O Quê)	When (Quando)	Why (Porquê)	How (Como)	Who (Quem)	Area (Área)
Fresh Market Falhas Elétricas	Debugar Unidades com Falha	Até debugar todas as unidades com falhas	Dar feedback do root cause das falhas para a linha afim de melhorar as métricas de produtividade, FTY e Scrap	1) Trabalhar com LIFO, ou seja, sempre priorizar debugar a falha mais recente. 2) Só abrir unidades que confirmar a falha. 3) Quando tiver que abrir unidade com falha, seguir rigorosamente o processo de abertura definido pela engenharia afim de evitar scrap. 4) Usar ferramentas de	Auxiliar técnico/Analyzer	CAR

				troubleshooting e FTDS. 5) Diagnosticar e definir root cause de cada modo de falha e fazer o log apropriado no sistema.		
Fresh Market Falhas Elétricas	Acionar Auditor do quarteto	Imediatamente qndo mill limits atingir nível amarelo ou Vermelho	Para avisar que o mill limits está saindo de controle	1) Procurar pelo auditor de qualidade. 2) Mostrar a quantidade acumulada. 3) Aguardar qualidade acionar quarteto e matriz. 4) Mostrar as falhas que estão caindo e a causa raiz.	Auxiliar técnico/Analyzer	CAR
Fresh Market Leak Test	Acionar Auditor do quarteto	imediatamente qndo mill limits atingir nível amarelo	para avisar que o mill limits está saindo de controle	1) Procurar pelo auditor de qualidade. 2) Mostrar a situação do bonepile. 3) Aguardar qualidade acionar quarteto e matriz. 4) Mostrar as falhas que estão caindo e o root cause.	Debug 2	CAR

- Qualidade:

Tabela 3.6 - Cadeia de ajuda para qualidade.

Process (Processo)	What (O Quê)	When (Quando)	Why (Porquê)	How (Como)	Who (Quem)	Area (Área)
Fresh Market falhas cosméticas	Abrir TBAs para as falhas detectadas e inserir na caixa.	Imediatamente e após detecção da falha.	Controle de parada de linha por excesso de falha cosmética.	Validar a falha e transferir manualmente cada unidade com defeito cosmético para a caixa de mill limits (Fresh Market) cosmético. Não é permitido o acúmulo de unidades, inserir na caixa e abrir TBA imediatamente após a detecção.	Auxiliar de Qualidade	Qualidade
Fresh Market e Gráfico de controle	Solicita Parada de linha por limite em Vermelho por duas horas seguidas.	Imediatamente e algum dos pontos de detecção atingir o nível vermelho por 2 horas consecutivas .	Efetuar a parada de linha por excesso de falhas.	1) Avisar o Focal sobre a parada. 2) Reunir quarteto+TechLead+Matriz. 3) Discutir falhas e causa raiz. 4) Usar ferramentas de pareto, matriz de defeito, yshikawa, 5Whys para definir plano de ação.	Auditor Qualidade	Qualidade
Fresh Market (Todos)	Verificar quantidade acumulada	1 vez a cada hora	Preencher quadro de controle do mill limits.	1) Contar fisicamente a quantidade de unidades com falha nas caixas de mill limits (Fresh Market). 2) Contar fisicamente a quantidade de unidades com falha na bancada do auxiliar pendentes de análise. 3) Consolidar os dados para preenchimento do arquivo de controle da linha.	Auditor Qualidade	Qualidade
Gráfico de Controle (TBAs Gerados ou Acumulados)	Efetuar o preenchimento do arquivo	1 vez a cada hora	Controle de falhas geradas e acumuladas.	1) MES report. (Treinamento para auditores obrigatório)	Auditor Qualidade	Qualidade
Liberção de Mill limits	Liberar a linha para voltar a rodar após parada por mill limits	Após aceitação do plano de ação pela Qualidade	Voltar a produção com os problemas sob controle/ eliminados.	1) Qualidade aprova o plano de ação. 2) Efetuar o preenchimento do Check List de Liberação.	Focal da Qualidade	Qualidade
Reunião Horária	Reunir-se com o quarteto para verificar os tops issues cosméticos, elétricos e leak test (quando aplicável) e a performance da linha.	No início de cada hora, assim que finalizar a compilação dos dados de: -Performance da Linha. -Top Issues DPHU (MES).	Verificar os tops issues e a performance da linha na última hora.	1) Após compilar os dados, solicitar para os outros 3 membros do quarteto para que se reúnam no mesmo micro utilizado para a compilação. 2) Apresenta a performance da linha. 3) Apresenta o pareto de falhas da última hora e acumulado do dia destacando os principais ofensores. 4) Verificar para que cada área insira no banco de dados de ações as ações geradas que sejam inerentes aos seus respectivos problemas.	Auditor Qualidade	Qualidade

- CFT:

Tabela 3.7 - Cadeia de ajuda para CFT.

Process (Processo)	What (O Quê)	When (Quando)	Why (Porquê)	How (Como)	Who (Quem)	Area (Área)
Ações Sistêmicas	Atua em issues do MQS que estão com performance acima de 0.2% e atua nos top issues do MES Report (TBAs Manuais e DPHU em geral).	Continuamente	1) Evitar aumento de falhas. 2) Auxiliar na melhoria contínua.	1) Utilizar relatórios: - MQS - Performance das linhas. - Relatório de Top Issues (MES). Para definição de prioridades e planos de ação sistêmicos. 2) Registro das análises de Root Cause e planos de ação (Ações de Contenção e Corretivas).	Matriz de Processos	Matriz de Processos
Ações Sistêmicas	Solicitar parada de linha para a Qualidade.	A qualquer tempo que se constate irregularidades ou anomalias críticas no processo ou produto cujos resultados poderão causar altos impactos em Scrap e/ou cliente.	Evitar impactos em Scrap e/ou cliente.	1) Constatando-se o problema, deve-se apresentá-lo ao quarteto da linha, e propor a parada. 2) Caso aceita a proposta de parada por parte do quarteto, o Auditor da Qualidade deve formalizar a parada de linha.	Matriz de Processos	Matriz de Processos
Caixa de falhas cosméticas, Leak Test e Elétricas e Gráfico de Controle	Acionar Tech Lead para discutir plano de ação	1) Imediatamente qndo constatar que mill limits atingiu nível vermelho . 2) Quando precisar suporte para problemas que a linha tem dificuldades em resolver.	1) Ajudar a linha voltar a produzir no menor tempo possível. 2) Ajudar na melhoria contínua.	1) Acionar tech lead. 2) Discutir falhas e causa raiz. 3) Usar ferramentas de pareto, matriz de defeito, yshikawa, 5Whys para definir plano de ação em conjunto com o quarteto.	Matriz de Processos	Matriz de Processos
Caixa de falhas cosméticas, Leak Test e Elétricas e Gráfico de Controle	Auxilia na análise de causa raiz e geração de plano de ação.	Quando for acionado.	Evitar a parada de linha por mill limits.	1) Discutir falhas e causa raiz. 2) Usar ferramentas de pareto, matriz de defeito, yshikawa, 5Whys para definir plano de ação.	Matriz de Processos	Matriz de Processos

Com os procedimentos de cadeia de ajuda definidos, parte-se, agora, para aplicação.

3.6 - APLICAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO AUTOMÁTICO EM TEMPO REAL (SISTEMA ALFA) E COLETA DE DADOS

Uma vez que já se definiu o Sistema Alfa e a Torre de Controle, o foco, agora, é a aplicação. O uso correto das ferramentas passa pelo aprofundamento do conhecimento

sobre as mesmas por parte dos envolvidos no projeto, a fim de que todos saibam como extrair a informação necessária para a tomada de ação.

A Tabela 3.8 apresenta o resumo de cada passo desta etapa.

Tabela 3.8 - Resumo de etapas de implantação do sistema.

Passo	O que	Quem	Como
A	Treinamento Operacional do Sistema Alfa	Líder do Projeto	Treinamento teórico e prático de como funciona o Sistema Alfa
B	Processamento de sinais e obtenção das informações gerenciais	Sistema Alfa	Normalmente o Sistema Alfa, já utilizado pela empresa.
C	Montagem da Memória Industrial	Sistema Alfa	Acontecerá automaticamente sendo que as informações poderão ser usadas para analisar a evolução das linhas ao longo do tempo ou para comparação entre os desempenhos das linhas.
D	Deteção dos Problemas e acionamento da Cadeia de Ajuda	Operadores e Sistema Alfa online	Monitoramento online no Sistema Alfa Quando um processo apresenta taxa de falhas acima do critério definido, a qualidade aciona a cadeia de ajuda

3.6.1 - Treinamento operacional do sistema Alfa

Com as etapas anteriores implantadas, as informações estão disponíveis. Nesse momento, os envolvidos devem saber como funcionam os procedimentos implantados. Este é o foco deste passo.

O treinamento refere-se ao funcionamento e ao modo como se opera o sistema de monitoramento escolhido. Aqui, deve-se fazer uma ponte com a teoria de indicador de desempenho já explorada no treinamento anterior, mostrando que ele está presente no software escolhido. O funcionamento deste Sistema Alfa deve estar claro. Principalmente ressaltando aos operadores que o Sistema Alfa existe para apoiá-los no gerenciamento do processo. Devem ser explicados, no treinamento, os cálculos realizados pelo Sistema Alfa e o conteúdo mostrado na tela do sistema onde a qualidade faz seu acompanhamento hora a hora. Deve-se também deixar claro, aqui, como

funcionará a Cadeia de Ajuda, quem será acionado em cada caso e quanto tempo terá para tomar uma ação. Caso o problema não seja solucionado, é preciso saber quem será acionado a seguir e assim sucessivamente para todos os níveis da cadeia de ajuda.

Após este treinamento, passa-se à aplicação propriamente dita.

3.6.2 - Processamento de sinais e obtenção das informações gerenciais

De acordo com o que já foi implantado nos passos anteriores, neste momento, o Sistema Alfa e a cadeia de ajuda já estão prontos para funcionar. Assim, a ideia, agora, é que todos os dados coletados através do monitoramento automático em tempo real sejam processados e transformados nas informações gerenciais. Essas informações devem estar disponíveis na tela do Sistema Alfa, e nas estações de controle no decorrer da linha ou em qualquer outro terminal para consulta.

Nesta fase, faz-se a validação do sistema. Simulam-se paradas de linha e se verifica se o sistema está monitorando corretamente.

Quando o limite é atingido, o sistema acusa a parada na tela para que a cadeia de ajuda tome as devidas providências?

Quando os operadores registram o plano de ação, estas ações são imediatamente recebidas pelo Sistema Alfa?

Em períodos determinados (quando a equipe está monitorando em paralelo), o número de falhas e as paradas estão conferindo?

A instalação realizada foi feita de maneira que o operador não possa burlar o sistema através de desligamento das estações?

Outras verificações podem ser feitas pela equipe caso se tenha outras dúvidas.

Este passo é a uma tarefa do software escolhido no passo anterior, por isso, cabe à equipe apenas validar o seu funcionamento e a sua confiabilidade.

Se o processamento das informações estiver sendo feito corretamente, a equipe deve verificar se estão sendo armazenadas, formando a chamada memória industrial.

3.6.3 - Montagem da memória industrial

Com os dados processados no passo anterior, a formação da memória industrial se dá pela gravação dos dados coletados no banco de dados do Sistema Alfa.

Estes dados guardam toda a evolução da melhoria da empresa e servem também para usar como “benchmarking” interno entre as linhas que estão sendo monitoradas. Também poderão ser usados como dados de entrada para o planejamento na programação da capacidade da fábrica.

A equipe deve verificar se esta tarefa está sendo realizada corretamente através da conferência de relatórios e das demais funcionalidades oferecidas pelo software.

Com todos os passos anteriores garante-se que o que foi instalado está funcionando adequadamente. O sistema, agora, está apto a ser aplicado no próximo passo.

3.6.4 - Detecção dos problemas e acionamento da cadeia de ajuda

Conforme já visto nos passos anteriores, quando do aparecimento de qualquer problema que venha a atrapalhar o fluxo do processo, os operadores registram as falhas e impactos da linha no Sistema Alfa, onde não é possível seguir o fluxo da linha em função do travamento pelo excesso de falhas.

Quando a taxa de falhas excede o critério definido, é primordial que a cadeia de ajuda inicie a análise e investigação da falha para mitigar o problema e evitar falhas em série, o que pode desencadear desperdícios e escassez de matéria prima. Desta forma, é essencial que haja tratativa mais eficiente e rápida, e por isso, deve-se determinar qual é o método que será utilizado por cada nível.

A cadeia de ajuda deve resolver aquilo que está sob sua responsabilidade, e assim, atacar os problemas mais fáceis, utilizando métodos como o dos “5 porquês”. Pode-se deixar um formulário de apoio para aplicação da ferramenta dos 5 porquês, detectar a causa raiz do problema, tomar a contramedida e reestabelecer o fluxo.

Caso o fluxo não seja reestabelecido no tempo determinado na Cadeia de Ajuda, o segundo nível, constituído pelos focais, é acionado. Estes devem resolver aquilo que o Líder não resolveu adotando um método mais completo, por exemplo, o Gráfico de Ishikawa com os 5 porquês ou o PDCA.

Caso o fluxo não seja restabelecido, é necessário o acionamento do terceiro nível da cadeia de ajuda, a qual é composta pelos coordenadores, e assim sucessivamente até o reestabelecimento da produção.

Este grupo poderá realizar um estudo mais aprofundado e buscar uma solução definitiva para o problema.

Os Líderes e Supervisores podem tomar contramedidas simples para restabelecer o fluxo e levar os problemas mais sérios para que sejam analisados e resolvidos definitivamente por um grupo multi-departamental ou por outras áreas, como engenharia, manutenção, etc., conforme tabela de escalonamento.

A contramedida paliativa ou solução definitiva dos problemas pode ser observada e registrada no Sistema Alfa, pelo reestabelecimento do fluxo da linha. E estas ações podem ser monitoradas ao longo do tempo pela análise dos relatórios ou pelos gráficos fornecidos pelo Sistema Alfa. Assim, se estabelece um ciclo de amplificação da melhoria contínua que não apenas sustenta o fluxo contínuo implantado pelas teorias da ME, mas também acentua a melhoria contínua dos indicadores.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

No capítulo anterior foi proposto o método que visa nortear as empresas de bens de consumo para a implantação do método de monitoramento de desempenho em tempo real como apoio à Manufatura Enxuta (ME) de uma forma sistemática. Para isso, o método foi estruturado em três etapas.

Neste capítulo, será apresentada a aplicação do modelo proposto em uma empresa que aceitou introduzir o método de monitoramento em tempo real. Trata-se de uma empresa eletroeletrônicos de grande porte.

Inicialmente, se realizará uma breve descrição da empresa na qual o método foi aplicado bem como das características principais do seu sistema produtivo. Em seguida, será apresentada a aplicação do método, que foi dividido conforme as três etapas do mesmo. No decorrer desta dissertação, serão detalhados os passos de cada etapa e comentadas as adaptações e os pontos relevantes para aplicação do método, bem como suas limitações. Por fim, serão apresentadas as conclusões do autor sobre a aplicação do método, aqui relatado, de acordo com sua percepção durante o processo de aplicação.

4.1 - PERFIL DA EMPRESA

A empresa foi fundada em 1969, onde a matriz está localizada em San Jose, Califórnia. A planta em Manaus possui aproximadamente 2.000 funcionários, operando no seguimento de manufatura de eletroeletrônicos com escopo principal voltado para serviços de manufatura para diversos clientes conforme seu portfólio.

Como multinacional instalada no polo industrial de Manaus, atua com frentes voltadas a inovação e corredor logístico com o intuito de fortalecer o ecossistema econômico da região.

É importante ressaltar que além da produção, também é considerada uma das maiores empresas de manufatura do mundo e também na região recebeu alguns reconhecimentos das entidades locais.

O processo da empresa é dividido em linhas de produção, caracterizado em série e o sistema de produção puxado conforme a demanda dos clientes.

Este tipo de processo além de atender o negócio da empresa, também acarreta outros custos indiretos que requerem um contínuo processo de melhorias e redução de custos.

O método de parada de linha é manual, onde o time empilha as falhas nas bancadas de diagnóstico, formando uma pilha de falhas, após esse processo o responsável da qualidade realiza o acionamento da cadeia de ajuda para análise e solução dos problemas.

Este modo de operação além de proporcionar muitos benefícios, por outro lado também requer atenção com algumas áreas de oportunidades e manutenção do negócio de forma rentável e lucrativa.

A empresa adotava apontamento de produção de forma manual, com registros em quadro branco e armazenamento em arquivos de excel, o que acarretava demora na tomada de decisão, em função da baixa confiabilidade dos dados, já que existiam fortes indícios de que as anotações não refletiam a realidade.

Além disso, o acionamento da cadeia de ajuda no processo produtivo era via andon manual com análise no chão de fábrica.

A necessidade do método proposto faz-se importante nesse contexto de atuação, uma vez que o processo em linha acarreta alguns desperdícios de matéria prima (scrap), mão de obra, tempo com resolução de problema, desempenho e impactos na entrega, qualidade de material, dentre outros.

4.2 - LEVANTAMENTO DO MAPEAMENTO DO PROCESSO

Conforme contexto acima, atualmente a empresa opera com processo de parada de linha manual, o que contribui como oportunidade para implementação do método proposto. O método atual segue o fluxograma na Figura 4.1:

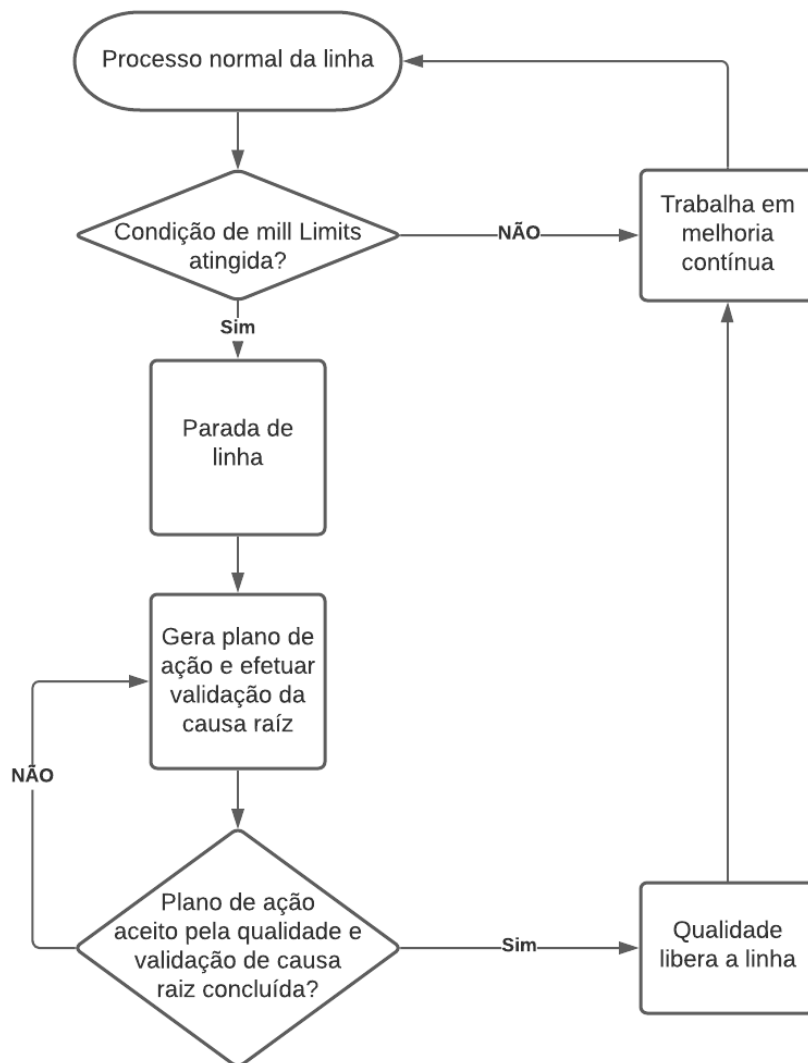


Figura 4.1 - Fluxograma de parada de linha manual.

Nesse fluxo, o gerenciamento é manual, onde o focal da linha realiza a parada do processo, conforme gerenciamento visual (Figura 4.2):



Figura 4.2 - Caixa para gestão visual de defeitos acumulados.

Para esta etapa, foi necessário estabelecer o líder do projeto, bem como definição do time, cronograma e linha piloto para realização.

É importante salientar o conhecimento do quadro de funcionários, estabelecimento do time, para início do projeto, conforme Figuras 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6:

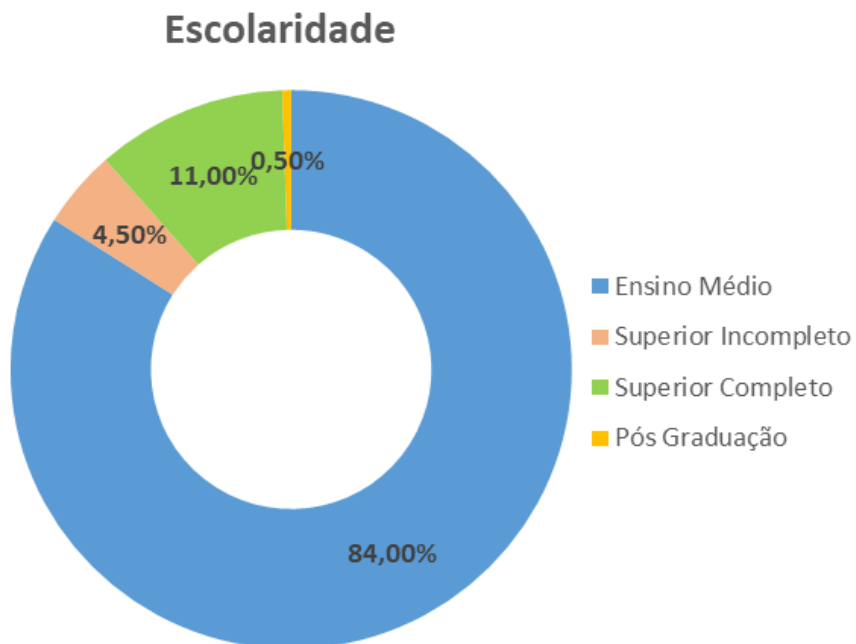


Figura 4.3 - Escolaridade do quadro de funcionários.

Composição da Força de Trabalho

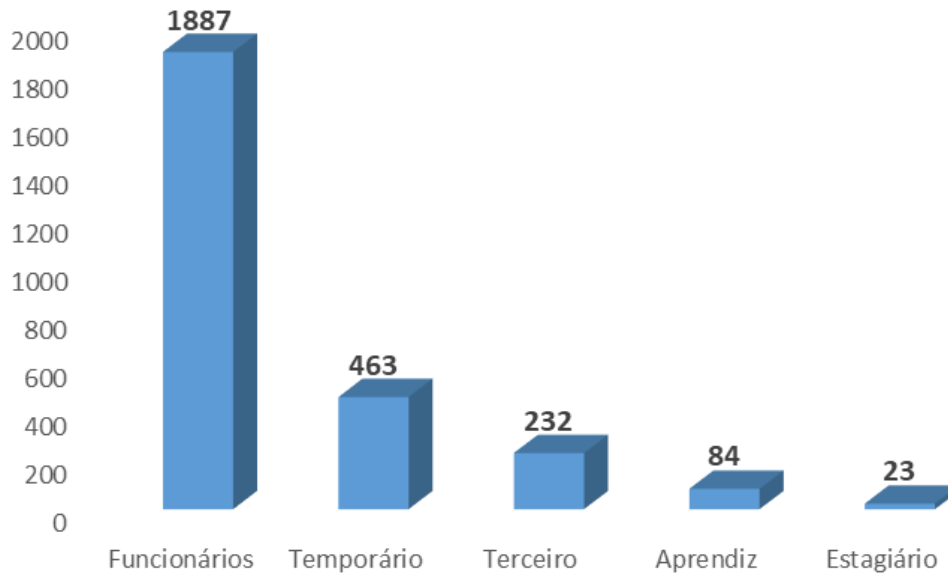


Figura 4.4 - Composição da força de trabalho.

Liderança

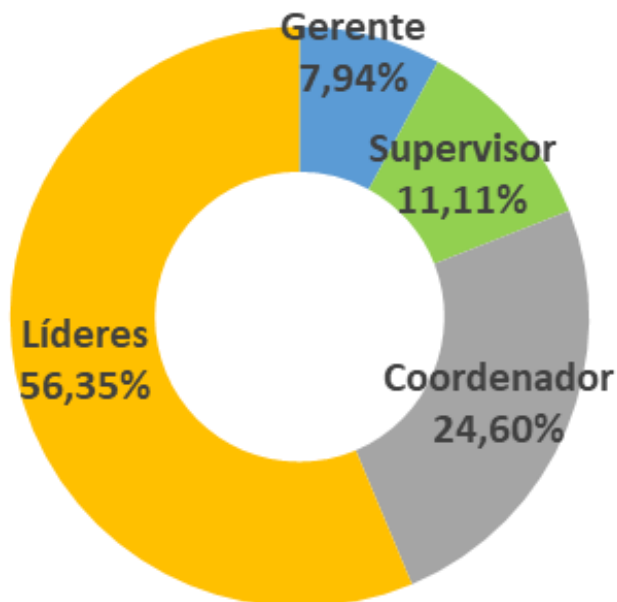


Figura 4.5 - Distribuição da hierarquia dos gestores.

Composição de Colaboradores por Setor

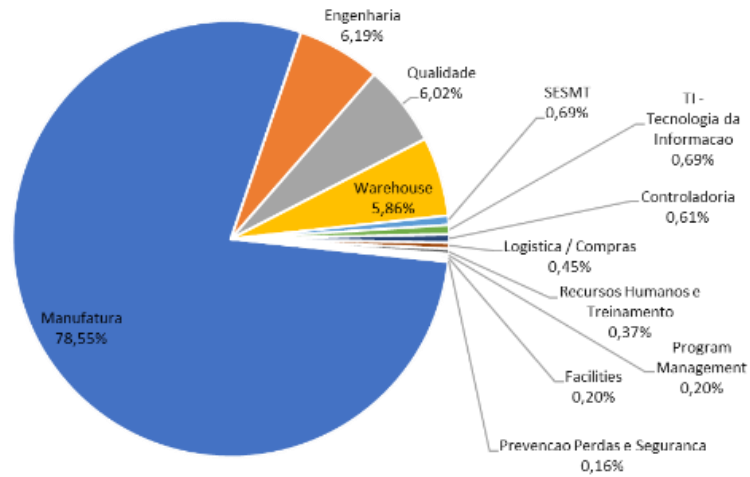


Figura 4.6 - Composição de colaboradores por setor.

Na Tabela 4.1 há a definição do time multifuncional:

Tabela 4.1 - Definição do time multifuncional.

NOME	HABILIDADE
Qualidade	Conhecimento do processo e desenvolvimento de ferramentas de controle
Manutenção	Experiência em qualidade e processos
	Implementação de Kaizen e melhoria na redução de Scrap
	Gestão e Ferramentas da Qualidade
Qualidade Fornecedor	Melhoria de desempenho do processo
	Melhoria de desempenho do processo
Eng de Processos	Conhecimento no Processo e no Produto
	Gestão de Lean Manufacturing e experiência em automação
Eng de Teste	Especialista em testes

Como a empresa apresenta um cenário onde as perdas operacionais nos últimos 03 anos estão maiores que 1%, além do impacto em performance operacional e

satisfação do cliente, este cenário contribuiu para justificar a importância da implementação deste método, apresentado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Performance antes da implementação do método.

Performance	Abr./19
Satisfação do cliente	7,5
Yield	90%
Scrap	0,83%

A equipe de trabalho definiu o fluxo do projeto dividindo em mapeamento, desenvolvimento, implantação e validação, realizando as reuniões conforme definido na Figura 4.7.

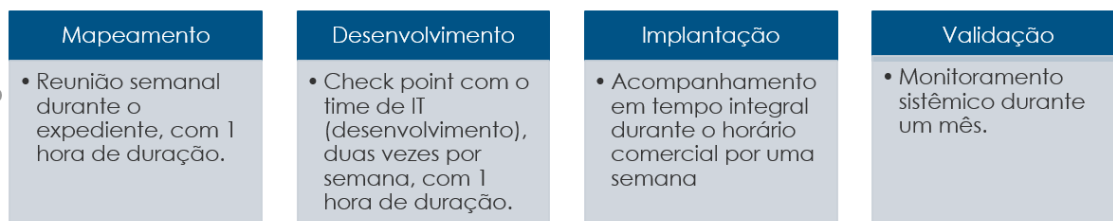


Figura 4.7 - Cronograma de atividades do projeto.

4.3 - LEVANTAMENTO DOS DADOS

Para a realização deste trabalho, foi de suma importância o levantamento dos dados, com o intuito de contextualizar a implementação deste método.

Para isso, foi levantando por meio de perguntas as principais lacunas da operação da empresa:

1. Quais as áreas da organização são afetadas pelo trabalho selecionado? E como isso ocorre?

Excesso de produção sem validação, afetando diretamente os seguintes processos:



Figura 4.8 - Áreas afetadas.

2. Que situação estava ocorrendo antes do início da atuação e realização do trabalho em equipe?

O problema apresentado, gerava baixa performance de qualidade, alto índice de scrap e a insatisfação do cliente:

Tabela 4.3 - Indicadores de desempenho - Resultados operacionais em 2019.

Indicador de Desempenho	Resultados (FY19)
Satisfação do Cliente	7,5
Performance Operacional (Yield)	90%
Alto índice de scrap	0,83% sob faturamento

Metas

- Satisfação do Cliente – 8,5 pontos;
 - Performance Operacional – 92%;
 - Scrap – 0,6% sob o faturamento.
3. Qual o grau de importância do problema e ou melhoria escolhida?
- Recuperação da imagem junto ao cliente, revertendo a nota da avaliação de Qualidade;
 - Eficiência Operacional;
 - Saúde Financeira (reduzindo desperdícios desnecessários).
4. Quantificação comparativa de perdas e ganhos observada para justificar o projeto de resolução do problema ou implementação de melhoria.
- Problema 1 > Alto índice de scrap, representando 0,8% sob o faturamento da Flex Manaus (uma perda de \$292k)
 - Problema 2 > Baixa eficiência operacional, produtos performando com 10% de falhas devidos a defeitos em série e instabilidade de processos.
 - Problema 3 > insatisfação do Cliente sobre o atraso das entregas e o grande número de defeitos encontrados no processo de produção.
5. Quais metas (exemplos operacionais e financeiras) foram estabelecidas para a resolução do problema e/ou implementação da melhoria?

Tabela 4.4 - Indicadores de desempenho.

Indicador de Desempenho	Resultado (FY19)	Meta
Satisfação do Cliente	7,5	8,5
Performance Operacional (Yield)	90%	92%
Alto índice de scrap	0,83%	0,60% Sob faturamento

6. Análise do Problema

Ao analisarmos o problema verificamos que existe uma regra para parada de linha, a qual funciona de modo manual e visual, onde a decisão de parada fica a critério

dos líderes decidirem a real parada da linha, podendo ocasionar mais falhas até que ocorra a parada de fato.

7. Causas fundamentais que originaram o problema ou da efetividade da implementação da oportunidade de melhoria?



Figura 4.9 - Mapeamento das principais causas.

8. Conclusão do tipo de ação a ser tomada para resolução do problema ou implementação da oportunidade de melhoria?

Com a identificação da causa do problema a equipe constatou que era necessário implementar um sistema com limites de controle pré-definidos que realizasse a parada automática da linha (POKA YOKE).

Desta forma, com a identificação das lacunas nos indicadores de desempenho da empresa, definição do método de para de linha e cadeia de ajuda, foi implementado o método de parada automática visando melhoria nos indicadores de desempenho da empresa, conforme Figura 4.14:

Serial Defect Control - Frontend

← Voltar

ON Live Report

🔍

🗑️ - Limpar Filtros

🛑 - Regras Extras Ativas

🔒 - Linhas Bloqueadas

Model	Familia	Linha	Regra Extra	Qtde Defeitos Permitidos		DPHU		Qty TBA Elétrico		Qty TBR Elétrico		Unidades Fresh para Teste		Unidades reparadas para teste		Enviado SCRAP (FE) - AGING		TBR Manual		WIP de falhas sem TBA	
				Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite
FE-Virtual																					
XT2053-2	Fiji	FE-Virtual		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	6	350	0	8	0	30	0	5	0	90
XT2081-1	Guam Row	FE-Virtual		0	5	0	1.50 %	0	7	0	7	1	280	0	8	0	30	0	5	0	90
FE01																					
XT2053-2	Fiji	FE01		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	0	350	0	8	0	30	0	5	0	90
XT2073-2	Titan	FE01		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	0	250	0	8	0	30	0	5	0	0
XT2095-1	Malta 20	FE01		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	0	350	1	8	0	30	0	5	2	90
FE02																					
XT2053-2	Fiji	FE02		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	0	350	0	8	0	30	0	5	0	90
XT2073-2	Titan	FE02		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	0	250	0	8	0	30	0	5	0	0
FE03																					
XT2053-2	Fiji	FE03		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	14	350	0	8	0	30	0	5	0	90
XT2127-1	Capri Row	FE03		0	5	0.00 %	1.50 %	2	7	4	7	33	350	0	8	0	30	0	5	11	90
XT2129-1	Capri Plus	FE03		0	5	0.00 %	1.50 %	2	7	1	7	62	280	5	8	0	30	0	5	13	90
FE04																					
XT2053-2	Fiji	FE04		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	0	350	0	8	0	30	0	5	0	90
XT2073-2	Titan	FE04		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	0	250	0	8	0	30	0	5	0	0
XT2095-1	Malta 20	FE04	🛑 Regra Ativa	2	5	0.00 %	1.50 %	0	7	4	7	188	350	3	8	0	30	0	5	23	90
XT2097-5	Malta Lite	FE04		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	1	350	0	8	0	30	0	5	0	90
FE05																					
XT2053-2	Fiji	FE05		0	5	0.00 %	1.50 %	0	7	0	7	7	350	0	8	0	30	0	5	15	90
XT2053-5	Fiji SC	FE05		1	5	0.28 %	1.50 %	3	7	2	7	147	360	2	8	0	30	0	5	17	90

Figura 4.10 - Sistema de monitoramento em tempo real.

Sistema de controle desenvolvido para controle Operacional do processo produtivo.

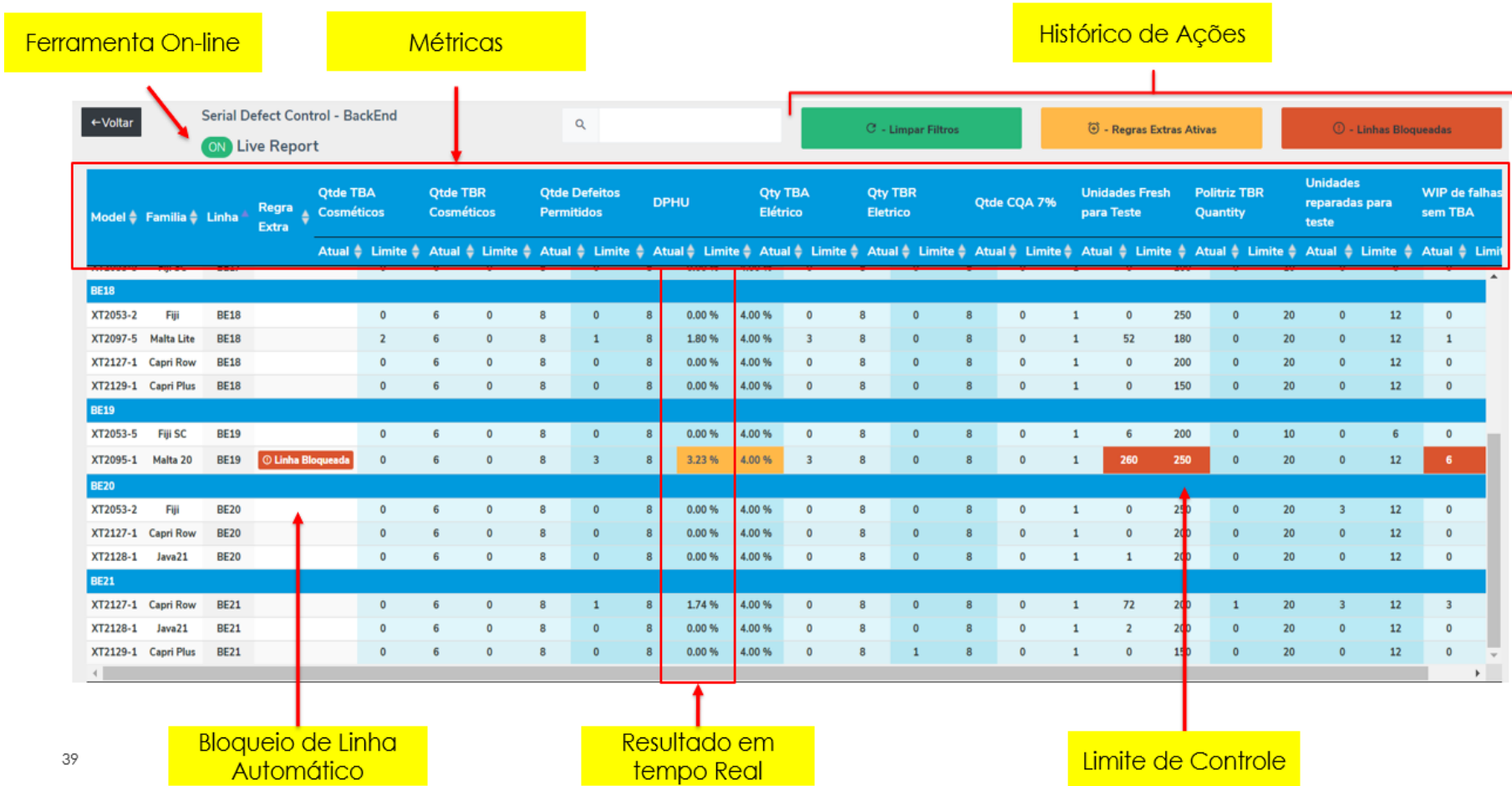


Figura 4.11 - Sistema de monitoramento em tempo real (1).

Criação de desvios sistêmicos e regras com plano de ação para liberação de um processo bloqueado.

Linha bloqueada = Fora do limite de controle estabelecido



Model	Familia	Linha	Regra Extra	Qtde TBA Cosméticos		Qtde TBR Cosméticos		Qtde Defeitos Permitidos		DPHU		Qty TBA Elétrico		Qty TBR Elétrico		Qtde CQA 7%		Unidades Fresh para Teste		Politriz TBR Quantity		Unidades reparadas para teste		WIP de falhas sem TBA			
				Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite
BE19																											
XT2095-1	Malta 20	BE19	Linha Bloqueada	0	6	0	8	3	8	0.52 %	4.00 %	2	8	0	8	0	8	1	235	250	1	20	1	12	3	0	

Regra estabelecida após travamento do processo produtivo



Model	Familia	Linha	Regra Extra	Qtde TBA Cosméticos		Qtde TBR Cosméticos		Qtde Defeitos Permitidos		DPHU		Qty TBA Elétrico		Qty TBR Elétrico		Qtde CQA 7%		Unidades Fresh para Teste		Politriz TBR Quantity		Unidades reparadas para teste		WIP de falhas sem TBA			
				Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite	Atual	Limite
BE15																											
XT2128-1	Java21	BE15	Regra Ativa	0	6	0	8	4	8	1.07 %	4.00 %	1	8	0	8	0	8	1	104	200	0	20	1	12	4	6	

Plano de ação para acompanhamento



Serial Defect Control - Backend												
Live Report												
Usuário	Plano de Ação	Waiver Num.	Data Destravamento	Linha	Regra	Extra Qtd.	Status Regra	Familia	Data Expiração	Regra de Trava	Data Destravamento	Status Linha
Sailon Batalha	Aparelhos em acompanhamento, os mesmos estão sendo priorizados para reteste		7/26/2021 9:08:06 AM	BE15	WIP Failures with no TBA	1		XT2128-1	7/26/2021 9:25:00 AM	WIP Failures with no TBA	7/26/2021 9:00:12 AM	EXTRA_RULES

Figura 4.12 - Sistema de monitoramento em tempo real (2).

Unidades por Regra

Linhas: ALL | Regras: Qty TBA Elétrico | Areas: ALL | Controle: Pesquisar

Serialnumber	Product	UnitState	PartFamily	Rule	Line	EnterTime
ZF5238CKP5	XT2083-1	INSPECTION - FAIL	Lenovo - CellPhone	Electric TBA Quantity	BE15	5/1/2021 6:38:05 AM
ZF52395VCW	XT2129-1	GPS_RADIOTST-FAIL	Lenovo - CellPhone	Electric TBA Quantity	BE16	7/26/2021 9:18:25 AM
ZF523FF6Q3	XT2097-5	GPS_RADIOTST-FAIL	Lenovo - CellPhone	Electric TBA Quantity	BE18	7/26/2021 9:04:13 AM
ZF523FFRCB	XT2095-1	INSPECTION - FAIL	Lenovo - CellPhone	Electric TBA Quantity	BE19	7/26/2021 9:22:50 AM
ZF523FG92X	XT2129-1	GPS_RADIOTST-FAIL	Lenovo - CellPhone	Electric TBA Quantity	BE16	7/26/2021 9:09:31 AM
ZF523FG99C	XT2129-1	GPS_RADIOTST-FAIL	Lenovo - CellPhone	Electric TBA Quantity	BE16	7/26/2021 9:18:41 AM

Figura 4.13 - Relatório de defeitos (Histórico de problemas).

Relatório de Destramento

Data Início: 07/20/2021 9:23 AM | Data Fim: 07/23/2021 9:23 AM | Controle: Pesquisar

Usuário	Plano de Ação	Waiver Num.	Data Destramento	Linha	Regra	Extra Qtd.	Status Regra	Familia	Data Expiração	Regra de Trava	Data Destramento	Status Linha
Sandra Braga	Blindagem alta S1507, final de rolo. Time de repair reparando placas. referente ao turno anterior.		7/23/2021 9:27:12 AM	FE13	Defect Quantity Allowed	1		XT2095-1	Defect Quantity Allowed	Defect Quantity Allowed	7/23/2021 9:20:09 AM	UNLOCKED
Sandra Braga	Material para troca em processo de compra Caleb Pinto - Cliente Miqueias Lider da Qualidade - Cliente		7/23/2021 9:26:44 AM	FE13	TBR Manual	2		XT2095-1	TBR Manual	TBR Manual	7/23/2021 9:20:09 AM	UNLOCKED
Ivanilce Santos	Regra ativa, liberado 10 minutos para analises		7/23/2021 9:23:07 AM	FE06	Electric TBR Quantity	1		XT2129-1	Electric TBR Quantity	Electric TBR Quantity	7/23/2021 9:20:09 AM	UNLOCKED

Figura 4.14 - Relatório de destravamento e plano de ação.

4.4 - ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO

O capítulo 4 teve como objetivo apresentar a aplicação prática do Sistema Alfa proposto no capítulo anterior. Ele foi estruturado conforme as etapas do método e relata de forma simples e objetiva as ações realizadas. Procurou-se enfatizar a dinâmica de implantação e não os problemas da empresa, apesar destes serem relevantes para justificar o projeto.

Primeiramente, a empresa na qual se deu a aplicação do método foi apresentada. Ela apresentava condições propícias à implantação, visto que as linhas já tinham sido implantadas e já estavam fazendo uso de ANDONS tradicionais e sistema de gerenciamento dos postos e produção, ou seja, a ideia de Cadeia de Ajuda já existia, era necessário apenas estruturá-la e oficializá-la para atuar com este novo método, o que veio facilitar o trabalho da equipe de projeto.

Na sequência, iniciou-se explicação da aplicação do método propriamente dita com a etapa 1 de planejamento e preparação da equipe. Através de uma reunião com gerentes

das áreas de produção, manutenção, PCPM, Engenharia, Informática, onde foi apresentada, pelo coordenador Lean, uma visão geral do método e em seguida, foi feito um nivelamento sobre indicadores de desempenho e desperdícios. Nessa reunião foi definida a equipe de projeto e seu Líder. Foram indicadas também as linhas que deveriam ser monitoradas. Essa reunião foi de suma importância, visto que resultou no apoio unânime do grupo de gerentes para a aplicação do método proposto.

Em seguida, o Líder do projeto, neste caso, o próprio coordenador Lean, convocou a equipe de projeto e fez a exposição geral do método que deveria ser implantado. E com a ajuda do formulário de apoio da implantação agendou uma segunda etapa, que seria o treinamento sobre indicadores de desempenho e a continuidade do projeto.

Neste segundo encontro com a equipe de projeto foi possível nivelar o conhecimento sobre indicadores de desempenho. Foi possível também estudar as linhas sugeridas, definindo onde seria o ponto de controle no interior das mesmas. Fez-se também o cálculo do indicador e critério inicial das linhas que seriam piloto e fixou-se a meta do projeto. O exercício de cálculo teórico do indicador serviu para que todos percebessem o desperdício de capacidade que ainda existia nas linhas e, com os conceitos de Qualidade e Manufatura Enxuta mencionados no treinamento avivados nas memórias, a equipe de projeto se motivou a mergulhar na implantação do método e buscar melhorias através da sequência de atividades proposta pelo método.

Partiu-se, então, para a segunda etapa do método, que foi a definição do sistema de monitoramento em tempo real. Novamente com o uso do formulário de apoio decidiu-se entre três opções disponíveis. Após a definição do software e com sua arquitetura de ligação em mãos, partiu-se para a definição da forma de definição dos critérios para o monitoramento. Também foi elaborada uma lista de motivos de paradas com áreas de responsabilidades que seriam usadas na Cadeia de Ajuda e feita a configuração do software. Definiu-se ainda a estrutura (pessoas) e os procedimentos de Cadeia de Ajuda que deveriam ser usados nesse novo processo.

A terceira e última etapa do método proposto foi a aplicação do Sistema Alfa e da torre de controle. Iniciou-se pelo treinamento operacional do Sistema Alfa, seguido pela checagem do sistema.

Finalmente, foram mostrados os dados que comprovaram a eficácia do método pela melhoria dos indicadores de desempenho ao longo do ano de 2019 na empresa estudada, comprovando o pleno alcance da meta proposta e, inclusive, a superação da mesma.

4.5 - ATUAL

Como está atualmente a nova situação e de que forma está sendo monitorada?

As metas definidas estão dentro da meta estabelecida, demonstrando a sustentabilidade do sistema.



Figura 4.15 - Gráfico com tendências dos indicadores de desempenho.

4.6 - RESULTADOS

Nesta etapa do trabalho, é importante salientar que todos os resultados são importantes para sustentabilidade deste método proposto.

Na Tabela 4.5 é possível verificar as melhorias alcançadas nos indicadores:

Tabela 4.5 - Indicadores de desempenho após a implementação.

Indicador	Descrição	Unid.	FY19	FY20	FY21	Meta	Observação
Performance	Eficiência (RTY)	%	90	93,5	95,4	90	Eficiência Operacional
Descarte/Refugo	Scrap	\$	174k	102,9k	225k	250k	Eficiência Operacional
Satisfação com Qualidade	Nota de Qualidade	Nota	7,5	9	9,3	8,5	Eficiência Operacional
Perda de Material	Perda de material	%	0,8	0,7	0,6	0,6	Eficiência Operacional

O resultado do projeto mostrou uma redução financeira de **\$600k USD** considerando 0,83% (resultado de FY19) contra 0,60% atingido em FY21 em 2 anos de trabalho e evolução constante.

Tabela 4.6 - Indicadores de desempenho após implementação.

	FY17	FY18	FY19	FY20	FY21	Q1FY22 Fcts	Q2FY22 Fcst	Q3FY22 Fcst	Q4FY22 Fcst	FY22 Fcts
Total Sales	62.845	86.862	154.651	164.757	311.991	149.389	147.584	146.284	142.184	585.441
Total Standard Material Cost of Sales	39.149	66.023	122.804	134.366	261.935	122.754	121.363	120.859	117.521	482.497
Other Inventory Adjustments	76	53	347	184	602	238	149	147	143	677
Material Scrap	617	740	927	976	1.169	542	522	513	502	2.078
Cycle Count Adjustments	0	0	5	13	107	15	75	73	72	235
E&O Adjustments	0	63	444	204	127	20	0	0	0	20
Material Loss	694	856	1.723	1.377	2.004	815	746	733	717	3.010
TML With E&O	1,10%	0,99%	1,11%	0,84%	0,64%	0,55%	0,51%	0,50%	0,50%	0,51%
TML Without E&O	1,10%	0,91%	0,83%	0,71%	0,60%	0,53%	0,51%	0,50%	0,50%	0,51%

Estes resultados podem ser sintetizados abaixo:

- Sistema de Parada de linha Automática;
- Regras pré-definidas pelo Eng. da Qualidade;
- Poka Yoke;
- Dados online (atualização a cada 30 segundos);
- Melhoria na comunicação dos defeitos (e-mail automático);
- Controle sistêmico das ações realizadas;
- Satisfação do cliente;
- Performance Operacional em tempo real;
- Redução do scrap.
- Definição de Limites de Controle
- Plano de ação em tempo real
- Escalonamento direto (por e-mail)
- Melhorias no processo: Limites de Controles estabelecidos de forma automática (quantidade de falhas, material e tempo de reparo)
- Informação em tempo real com monitoramento do time gerencial
- Parada automática caso os indicadores pré-estabelecidos fiquem fora do padrão.

Metas e Resultados:

FY19 (Abril,2018 até Março,2019) META (Abril,2019 até Março,2020)

Alto índice de scrap 0,83% sob faturamento 0,60% sob faturamento

Resultado:

	FY17	FY18	FY19	FY20	FY21	Q1FY22 Fcts	Q2FY22 Fests	Q3FY22 Fests	Q4FY22 Fests	FY22 Fcts
Total Sales	62.845	86.862	154.651	164.757	311.991	149.389	147.584	146.284	142.184	585.441
Total Standard Material Cost of Sales	39.149	66.023	122.804	134.366	261.935	122.754	121.363	120.859	117.521	482.497
Other Inventory Adjustments	76	53	347	184	602	238	149	147	143	677
Material Scrap	617	740	927	976	1.189	542	522	513	502	2.078
Cycle Count Adjustments	0	0	5	13	107	15	75	73	72	235
E&O Adjustments	0	63	444	204	127	20	0	0	0	20
Material Loss	694	856	1.723	1.377	2.004	815	746	733	717	3.010
TML With E&O	1,10%	0,99%	1,11%	0,84%	0,64%	0,55%	0,51%	0,50%	0,50%	0,51%
TML Without E&O	1,10%	0,91%	0,83%	0,71%	0,60%	0,53%	0,51%	0,50%	0,50%	0,51%

- FY19 = 0,83% sob faturamento
- FY20 = 0,71% sob faturamento
 - 14% de melhoria em relação a FY19
- FY21 = 0,60% sob faturamento
 - 15% de melhoria em relação a FY20
- FY22 = 0,51% sob faturamento (previsão)
 - 15% de melhoria em relação a FY21

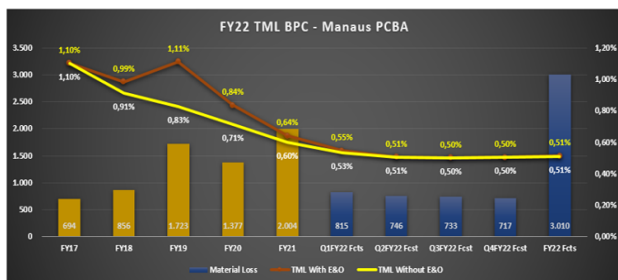


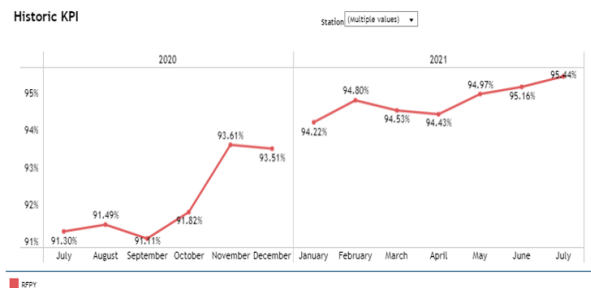
Figura 4.16 - Resultados na linha do tempo.

Metas e Resultados:

FY19 (Abril,2018 até Março,2019) META (Abril,2019 até Março,2020)

Performance Operacional (yield) 90% 92%

Resultado:



- FY19 = 90% (RFPY)
- FY20 = 93,5% (RFPY)
- FY21 = 95,4% (RFPY)

Figura 4.17 - Resultado Yield 12 meses.

Metas e Resultados:

FY19 (Abril,2018 até Março,2019) META (Abril,2019 até Março,2020)

Satisfação do Cliente **7,5** **8,5**

Resultado:

Average Score		2019				2020				2021				2022			
Avg. LTR score		7,00	8,00	8,00	8,50	8,50	8,60	8,75	8,44	7,00	8,75	8,75	8,87				
Avg. Quality		7,25	8,40	7,75	8,60	9,00	9,14	9,00	8,25	7,25	9,00	9,33	9,30				
Avg. Service/Flexibility		7,00	8,33	8,40	8,50	8,50	8,63	8,83	8,44	7,00	8,50	8,25	9,00				
Avg. Overall Value		8,20	8,33	8,60	8,50	8,00	8,13	8,67	7,40	8,75	8,75	8,91					
Avg. Communication		7,00	7,50	8,00	8,50	8,13	8,63	8,00	8,22	7,60	8,75	9,00	8,50				
Avg. Delivery		8,40	8,67	9,25	8,17	9,00	9,00	8,29	8,75	7,25	8,50	8,67	8,90				
Avg. Expertise		7,00	8,33	8,60	8,83	8,60	8,75	8,83	7,60	8,75	8,75	9,27					
Avg. Effectiveness		7,20	7,83	8,20	8,50	8,38	8,38	9,00	8,56	7,20	9,00	8,75	9,18				

• FY19 = 7,5 (Média)

• FY20 = 9,0 (Média)

• FY21 = 9,3 (Média)

Figura 4.18 - Satisfação do cliente últimos resultados.

4.6.1 - Manutenção do projeto

O critério para o método de monitoramento em tempo real é incorporado desde o NPI dos produtos, garantindo assim a sua eficiência desde o primeiro dia de produção. As metas são constantemente revisadas pelo time de Qualidade mediante a implementação de ações e resultado provenientes de melhoria contínua.

4.6.2 - Efeitos secundários

O projeto foi implementado conforme mapeado, não gerando efeitos indesejáveis, somente necessário treinar o time para correta execução do sistema.

4.6.3 - Documentação, treinamento e monitoramento

O processo deste método foi documentado e registrado no sistema de gestão sob o número OPP-57121 Instrução para método de parada de linha (SMT) e Back End (integração final), no qual define quais os indicadores serão monitorados e o nível de escalões conforme o tempo de parada da linha. Realizado treinamentos com a cadeia de ajuda envolvida no Processo. Acompanhamento do processo realizado pelo coordenador da qualidade. Acompanhamento das regras de parada de linha realizado pela engenharia da qualidade.

4.6.4 - Pontos fortes da equipe

A Equipe por ser diversificada trocou conhecimentos técnicos, operacionais e administrativos, permitindo a observação da interação entre as atividades para obter melhoria contínua;

A participação do coordenador de Lean foi de extrema importância, pois disseminou sua experiência técnica em KAIZEN para a equipe e aprendeu novas práticas de análise de problemas, para aplicar em novos projetos.

4.6.5 - Os pontos fortes do projeto

Maturidade e agilidade na tratativa de falhas no processo;

Redução no consumo de papel, planos de ação são preenchidos e monitorados no sistema;

Implementação de melhorias evitando acúmulo de defeitos;

Tomada de ação imediata; Envolvimento do time gerencial no processo produtivo, devido os e-mails automáticos enviados pelo sistema, bem como maior robustez no trabalho em equipe.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

Esta pesquisa-ação foi desenvolvida e embasada nas publicações que tratam do tema Manufatura Enxuta, Qualidade, Cadeia de Ajuda. A questão de pesquisa foi a seguinte:

Como evoluir o sistema de monitoramento da linha em tempo real feito pelos focais do processo, de maneira que mostrem as informações reais, com a precisão necessária, e que estas informações cheguem a tempo para a tomada de ações de seus líderes no sentido de melhorar o uso dos recursos de matéria prima e defeitos no processo?

Buscando a resposta para esta questão, partiu-se da hipótese de que deveria ser desenvolvido um método para o monitoramento do desempenho no processo em tempo real e a criação de uma Cadeia de Ajuda bem como um mecanismo para acioná-la e definição dos níveis de atuação. Dessa forma, seria relevante a melhoria na dinâmica da atuação dessa cadeia, bem como melhoria na inserção dos dados de produção, e gerando, inclusive, um histórico para consultas futuras. Igualmente se potencializaria o ANDON como suporte a esse processo para mobilização da cadeia de ajuda.

Os resultados foram coletados e apresentados, comprovando a eficácia do sistema.

Participando ativamente da pesquisa e ação, constatou-se, através da aplicação realizada, que o método foi eficaz em seus objetivos. Com o apoio do corpo de gerentes, desde a primeira reunião, conseguiu-se ir além do salto inicial da implantação da ME, fomentando um processo de melhoria contínua consistente.

Outras constatações ainda foram feitas, entre elas, as que seguem:

- Quando o Sistema Alfa força o funcionamento da Cadeia de Ajuda, conforme mostrado neste trabalho, a operação da Cadeia de Ajuda leva as pessoas a buscarem soluções rápidas para os problemas, evitando desperdícios de paradas e de matéria prima.

- O Sistema Alfa incentiva a proatividade dos gestores, que podem tomar ações sobre os seus problemas a tempo de solucioná-los antes que causem maiores danos aos resultados de suas áreas.
- O Sistema Alfa ajuda no monitoramento do princípio enxuto de “fazer o valor fluir”, já que faz com que todos estejam empenhados em manter as linhas monitoradas operando e dentro de suas metas.
- O Sistema Alfa apoia o último princípio enxuto: “a busca pela perfeição”, já que todos estão empenhados em buscar continuamente ações de melhorias que possibilitem alcançar os maiores níveis de desempenho, o que ocorreu na empresa em estudo, com a evolução de Yield de 90% iniciais para 95%.
- O Sistema Alfa não se chocou com os métodos de controle de produção hora-a-hora baseados no autocontrole pelos próprios líderes e operadores de linha, utilizando a gestão através de quadros nas linhas de manufatura. Os operadores continuam controlando sua produção nestes quadros da ME. O que mudou foi só a acurácia da anotação da causa de cada parada, que passou a ser feita no Sistema Alfa pelos focais de qualidade, manufatura e engenharia. Anteriormente, estas pequenas paradas não eram apontadas, e no fim do dia representavam um valor significativo, além de revelar a causa dos problemas e incentivar sua solução.
- Foi possível aumentar a quantidade produzida nas linhas de manufatura monitoradas proporcionalmente ao aumento do Yield (95%), bem como redução de desperdícios com scrap em 0,60%. A implantação deste método junto com o Sistema Alfa contribuiu para o ganho, já que acionava as pessoas responsáveis pela correção dos problemas que estavam causando as paradas enquanto estes estavam acontecendo. Isto não era possível pelo sistema de monitoramento anterior (através de gerenciamento visual) e nem pelos quadros de controle hora-a-hora.

O uso dos conceitos da ME e do gargalo produtivo para implantação do Sistema Alfa, conforme mostrado, foram de suma importância para o sucesso do estudo de caso.

Sobre a pesquisa realizada, concluiu-se que o trabalho teórico e prático desenvolvido nesta dissertação satisfaz aos objetivos gerais e específicos propostos, confirmando a hipótese de que a aplicação de um método para o monitoramento em tempo real do desempenho da produção e a criação de uma Cadeia de Ajuda bem como um mecanismo para acioná-la, aprimora o gerenciamento dos indicadores.

Como se trata de uma primeira abordagem sobre um método estruturado para a implantação do Sistema Alfa, e como o próprio princípio de melhoria contínua sugere, existem muitas contribuições que podem ser feitas para a pesquisa apresentada, no intuito de agregar ao método. Algumas recomendações do autor estão explicitadas a seguir.

5.2 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir desta pesquisa, sugere-se, para trabalhos futuros:

- Como delimitação do trabalho, foi apontada a aplicação do método proposto em apenas uma empresa eletroeletrônica. Para testar o método, propõe-se como trabalho futuro a aplicação do método em outras empresas com características de processo, cultura e realidades diferentes da empresa apresentada, a fim de testar a sua eficácia em outros ambientes;
- O método sugerido foi aplicado somente para linhas de produção com fluxo contínuo, portanto, como sugestão para pesquisa, sugere-se que o método seja aplicado em células ou até linhas maiores;
- O método prevê três etapas, sendo que uma das etapas é a escolha do Sistema Alfa; para uma segunda rodada ou ampliação do sistema na mesma empresa, esta etapa perderá o sentido, já que o sistema escolhido será obviamente o mesmo; assim, uma sugestão seria estudar e reorganizar o método prevendo esta possibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUFFA, E. S.; CUNHA, O. **Administração da produção**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. 2. Ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Otoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1994.

DAVIS, M. M. *et al.* **Fundamentos da Administração da Produção**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEUSE, J. *et al.* Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the example of Jidoka 4.0. **International Journal of Engineering Business Management**, v. 12, p. 1847979020951351, 2020.

DEMING, W. E. **Out of the crisis**. Boston, MA: MIT Press, 1986.

DRUCKER, P. F. **Managing for the future – The 1990'S and beyond**. New York: Truman Talley Books / Dutton, 1992.

FIGUEIREDO, A. M. de; SOUZA, S. R. G. de. **Como elaborar projetos, monografias, dissertações e teses: da redação científica à apresentação do texto final**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2006.

ISHIKAWA, K. **TQC-Total Quality Control – Estratégia e Administração da Qualidade**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B.; SOUZA, T. C. F. de. **Administração da produção e de operações: o essencial**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KIRSCHNECK, D. Continuous Flow Manufacturing for API: From Potential Evaluation to Production Scale Realization. **Scientia Pharmaceutica**, v. 78, n. 3, p. 668, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LOBO, R. N. **Gestão da qualidade**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2020.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

POLLI, M. **Administração da produção: uma proposta de projeção do uso dos conceitos métodos, e ferramentas para a administração da produção, um estudo de caso na empresa do ramo saneante e veterinário**. 2016. Monografia (Bacharel) - Centro Universitário UNIVATES. Lajeado. 2016. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1476/1/2016MichelenPolli.pdf>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TORTORELLA, G.; FOGLIATTO, F. Implementation of lean manufacturing and situational leadership styles: An empirical study. **Leadership & Organization Development Journal**, 2017.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.