

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA
ENGENHARIA MECÂNICA

FERNANDO MARCHIORO CAVALCANTI

**AVALIAÇÃO NOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO APÓS
REESTRUTURAÇÃO ORGANIZACIONAL NAS EQUIPES DE
MANUTENÇÃO E DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA NO
PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

FERNANDO MARCHIORO CAVALCANTI

**AVALIAÇÃO NOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO APÓS
REESTRUTURAÇÃO ORGANIZACIONAL NAS EQUIPES DE
MANUTENÇÃO E DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA NO
PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título Bacharel em
Engenharia Mecânica, do
Departamento de Engenharia
Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Profa. Mestre Ana Maria
Bueno

PONTA GROSSA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO NOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO APÓS REESTRUTURAÇÃO ORGANIZACIONAL NAS EQUIPES DE MANUTENÇÃO E DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA NO PARANÁ

por

FERNANDO MARCHIORO CAVALCANTI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 3 de dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Ma. Ana Maria Bueno
Orientadora

Profa. Ma. Sandra Mara Kaminski Tramontin
Membro Titular

Prof. Dr. Luciano Augusto Lourençato
Membro Titular

Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares
Responsável pelos TCC

Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de Carvalho
Coordenador do Curso

Dedico este trabalho a mulher que sempre me acompanha. Seja em pensamento, em espírito ou na minha pele.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre estavam nos momentos mais difíceis e me apoiaram em todas decisões.

A toda minha família que acompanhou de perto todos meus passos até a conclusão deste trabalho.

A Deus por mostrar o caminho correto.

Por fim, a minha orientadora Ana Maria Bueno pela orientação deste trabalho.

RESUMO

CAVALCANTI, Fernando Marchioro. **Avaliação nos indicadores de manutenção após reestruturação organizacional nas equipes de manutenção e de produção em uma indústria no Paraná.** 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Em um mercado atual e global competitivo, as empresas devem buscar a excelência em seus processos e produtos. Os conceitos de WCM (*World Class Manufacturing*) e TPM (*Total Productive Maintenance*) são atualmente utilizados por multinacionais com o objetivo de melhoria contínua. Tópicos foram abordados neste trabalho de ambos os conceitos como formas de estruturas organizacionais e ferramentas de medição e controle. Neste estudo de caso, correlacionou-se uma mudança em estrutura organizacional nas equipes de produção e manutenção com os impactos gerados em curto prazo nos indicadores de manutenção. A empresa em estudo realizou a mudança em sua estrutura da forma matricial para a estrutura funcional ou departamental. Tais mudanças ocorreram após estudos de perfil de cada posto e objetivos de cada linha. Os indicadores de manutenção (confiabilidade) comparados antes e depois da mudança foram: MTTR (tempo médio para reparo) e MTBF (tempo médio entre falhas). Os objetivos iniciais de redução de 10% no MTTR e aumento de 20% no MTBF não foram atingidos em curto prazo. Fatores externos, como produtos novos e projetos em final de linha, e fatores internos, como inexperiência de mão de obra e má gestão de indicadores, colaboraram para os resultados indesejáveis com aumento de 3% no MTTR e redução de 167% no MTBF.

Palavras-chaves: Manutenção, Indicadores, Estruturas organizacionais, MTBF, MTTR.

ABSTRACT

CAVALCANTI, Fernando Marchioro. **Evaluation of maintenance indicators after organizational restructuring in maintenance and production teams in an industry in Paraná.** 2018. 61 f. Work of Course Conclusion (Graduation in Mechanical Engineering) – Federal Technology University – Paraná, Ponta Grossa, 2018.

With a current and global competitive market, companies must strive for excellence in their processes and products. The concepts of WCM (World Class Manufacturing) and TPM (Total Productive Maintenance) are currently used by multinationals for the purpose of continuous improvement. Topics were addressed in this work of both concepts as forms of organizational structures and tools of measurement and control. In this case study, a change in organizational structure in the production and maintenance teams was correlated with the short-term impacts generated in the maintenance indicators. The company under study made the change in its structure from the matrix form to the functional or departmental structure. Such changes occurred after profile studies of each post and objectives of each line. The maintenance indicators (reliability) compared before and after the change were: MTTR (mean time to repair) and MTBF (mean time between failures). The initial objectives of a 10% reduction in MTTR and a 20% increase in MTBF were not achieved in the short term. External factors, such as new products and end-of-line projects, and internal factors, such as inexperience of labor and poor management of indicators, contributed to the undesirable results with a 3% increase in MTTR and a 167% reduction in MTBF.

Palavras-chaves: Maintenance, Indicators, Organizational Structures, MTBF, MTTR.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pilares do WCM	17
Figura 2 - Modelo WCM proposto por Schonberger	19
Figura 3 - Pilares do conceito TPM.....	23
Figura 4 - Divisão de Lagging KPIs e Leading KPIs.....	25
Figura 5 - Relação de horas e perdas em manutenção.....	27
Figura 6 - Estrutura funcional ou departamental.....	29
Figura 7 - Estrutura por projetos	30
Figura 8 - Estrutura matricial.....	30
Figura 9 - Etapas da metodologia da pesquisa	34
Figura 10 - Aproximação do layout das linhas de produção.....	39
Figura 11 - Equipe de produção antes da mudança de estrutura organizacional	40
Figura 12 - Equipe de produção depois da mudança de estrutura organizacional	42
Figura 13 - Equipe de engenharia antes da mudança de estrutura organizacional	43
Figura 14 - Equipe de engenharia depois da mudança de estrutura organizacional	44
Figura 15 - Layout da linha de produção em grupos para definição dos técnicos de manutenção.....	46
Figura 16 - MTTR de forma gráfica das 3 linhas durante o tempo estudado	48
Figura 17 - MTBF de forma gráfica das 3 linhas durante o tempo estudado	49
Figura 18 - Diagrama da Ishikawa para representar possíveis causas nos impactos indesejados nos indicadores de confiabilidade	51
Figura 19 - Relação produção/meta da Linha 2	53
Figura 20 - MTTR e MTBF de forma gráfica da máquina 3.....	55
Figura 21 - MTTR e MTBF de forma gráfica da máquina 7.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Primeira etapa do plano de ação para diminuir impactos nas mudanças de equipe.....	38
Tabela 2 - Definição do time de supervisores de produção entre turnos .	45
Tabela 3 - Definição do time de supervisores de manutenção e planejamento	45
Tabela 4 - Definição do time de técnicos da linha.....	47
Tabela 5 - Dados de MTTR das 3 linhas	48
Tabela 6 - Média de MTTR entre as linhas.....	49
Tabela 7 - Dados de MTBF entre as linhas.....	50
Tabela 8 - Média de MTBF entre as linhas.....	50
Tabela 9 - Dados de MTBF e MTTR da máquina 3	54
Tabela 10 - Dados de MTBF e MTTR da máquina 7	56

LISTA DE SIGLAS

WCM	<i>World Class Manufacturing</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
KPI	<i>Key Performance Index</i>
KAI	<i>Key Activity Index</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>
TWTP	<i>The Way To Teach People</i>
HERCA	<i>Human Error Root Cause Analysis</i>
MTBF	<i>Mean Time Before Failure</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
HD	Horas disponíveis do equipamento
NC	Número de paradas para manutenção
HIM	Soma das horas de indisponibilidade para a operação
TMPF	Tempo Médio Para Falha
DF	Disponibilidade
HT	Horas Trabalhadas
HG	Horas totais no período
HO	Tempo total de operação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 WCM (<i>WORLD CLASS MANUFACTURING</i>)	16
2.1.1 Contextualização.....	16
2.1.2 Princípios e Missões do WCM	20
2.2 TPM (<i>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</i>)	22
2.2.1 Contextualização.....	22
2.2.2 Pilares do Conceito TPM	23
2.3 INDICADORES DE MANUTENÇÃO.....	24
2.3.1 Indicadores Dentro do <i>World Class Manufacturing</i> (WCM).....	24
2.3.2 Indicadores de Manutenção	24
2.4 ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS E RESPONSABILIDADES.....	28
2.4.1 Estruturas Organizacionais em Manutenção	28
2.4.2 Responsabilidade dos Envolvidos com Manutenção	30
3 METODOLOGIA	33
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	33
3.1.1 Quanto à Abordagem do Problema.....	33
3.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	33
3.2.1 Descrição da Empresa	33
3.2.2 Etapas da Pesquisa	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1 VIABILIDADE E DESDOBRAMENTO DO PROJETO	36
4.3 LAYOUT DA LINHA E GARGALOS.....	38
4.4 DEFINIÇÃO DOS TIMES.....	40
4.5 COLETA DE DADOS.....	47
4.5.1 <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR) Entre as Linhas	48
4.5.2 <i>Mean Time Between Failures</i> (MTBF) Entre as Linhas.....	49

4.5.3 Possíveis Fatores Que Influenciaram Indicadores de Confiabilidade ..	50
4.5.4 Análises nos Indicadores de Confiabilidade da Linha 2	53
6 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Em um ambiente atual extremamente competitivo, as empresas necessitam de modelos de gestão com estratégias assertivas em toda sua organização. Segundo Kister e Hawkins (2006), a manutenção industrial foi aprimorada em duas épocas não muito distantes dos dias de hoje: revolução industrial e guerras mundiais. Atualmente, os modelos de gestão de manutenção são aprimorados a partir do desejo de melhoria de objetivos, metas e indicadores empresariais.

A engenharia de manutenção possui uma grande importância, como fator de desenvolvimento da manutenção industrial, segundo Viana (2012). Para Faria (1994), a engenharia de manutenção tem como função diminuir os tempos das paradas para manutenção preventiva, aumento da produção, aumento do intervalo de tempo entre as manutenções preventivas e diminuição das paradas de emergência.

Um modelo de gestão empresarial adotado por algumas multinacionais é o *World Class Manufacturing* (WCM). O WCM é um conjunto de diferentes processos de produção e estratégias organizacionais, envolvendo todos os colaboradores para o cumprimento das melhores práticas de fabricação (De Felice *et al*, 2013), incluindo o *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção Produtiva Total (MPT). Para Felice e Petrilho (2015) é importante que se façam medidas dos processos pois “se você não consegue medir, não poderá gerenciá-lo e, portanto, não poderá melhorar”.

Estas medidas, dentro da manutenção, são conhecidas por indicadores de manutenção ou *Key Performance Index* (KPI). Segundo Mobley (2008) quando identificados e alinhados corretamente, os KPIs podem salvar uma planta, um trabalho, uma carreira. Para Pinto (2002), a principal função dos indicadores de desempenho é indicar oportunidades de melhoria dentro das organizações. Pinto (2002) enfatiza que as empresas têm tentado diferentes estruturas organizacionais por meio de adaptação de atividades, capacitação de mão-de-obra, adquirindo sistemas informatizados de gestão, modificando as políticas de manutenção, numa tentativa de melhorar seu padrão de manutenção.

A estrutura organizacional da manutenção bem definida é fundamental para que se atinja os resultados esperados dos indicadores de manutenção. Para Pinto (2002), os gestores precisam efetuar mudanças organizacionais visando a implementação das melhores práticas. Mobley (2008) comenta que painéis (*dashboards*) de KPIs permitem que um indivíduo específico ou um grupo de indivíduos gerenciem as métricas necessárias para o processo pelo qual são responsáveis.

Dentro das estruturas organizacionais, é possível realizar uma gestão de atividades de manutenção entre as equipes de engenharia de manutenção e produção. Para Fogliatto *et al.* (2009) essa gestão envolve a classificação dos equipamentos, a programação das atividades e a definição de padrões de trabalho. Viana (2002) comenta que atualmente o trabalho das áreas de engenharia de manutenção e produção devem estar sempre em ressonância. Dessa forma, operadores de produção, técnicos de manutenção, supervisores de produção e de manutenção serão responsáveis pelos indicadores de manutenção e, conseqüentemente, da saúde da manutenção da empresa.

1.1 PROBLEMA

A missão da manutenção em uma empresa, segundo Pinto (2002), é de garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados. Existem duas causas relatadas nas indústrias que afetam a garantia da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos: falta de gente para focar em manutenção ou excesso de demanda de serviços.

Dessa forma, uma alternativa para melhoria da saúde da manutenção, baseado em indicadores de manutenção, seria a reestruturação organizacional da engenharia de manutenção com o envolvimento da equipe de produção, alinhando conceitos do TPM.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos em curto prazo nos indicadores de manutenção em uma empresa de bebidas no interior do Paraná após uma reestruturação organizacional dentro da equipe de engenharia de manutenção e da equipe de produção.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Coletar dados da estrutura organizacional de manutenção e produção antes e depois da reestruturação para comparações;
- Coletar dados dos indicadores de manutenção de janeiro de 2018 até setembro de 2018 para compará-los com posterior reestruturação (período de 9 meses): Redução no *Mean Time To Repair* em 10% e aumento no *Mean Time Between Failures* em 20%.
- Avaliar os impactos em curto prazo nos indicadores de manutenção (confiabilidade) gerados após a mudança de estruturas nas equipes.

1.3 JUSTIFICATIVA

Em um mercado acirrado, as empresas necessitam inovação e melhoria contínua de sua gestão e processos. Cuignet (2006) cita que as competências do pessoal devem evoluir permanentemente, sejam elas competências técnicas ou competências de gestão. Para isso, a empresa deve definir exatamente as competências pretendidas, em coerência com a sua visão estratégica.

O WCM envolve todos os níveis e departamentos de uma empresa com objetivo de eliminar todos os desperdícios do processo (ELPIDIO et al., 2012). O tema proposto foi definido para avaliar os efeitos em curto prazo nos indicadores de manutenção após reestruturação organizacional em uma empresa no Paraná. Será estudado e relacionado o atual e o futuro sistema de gestão de manutenção da empresa com a literatura já publicada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 WCM (*WORLD CLASS MANUFACTURING*)

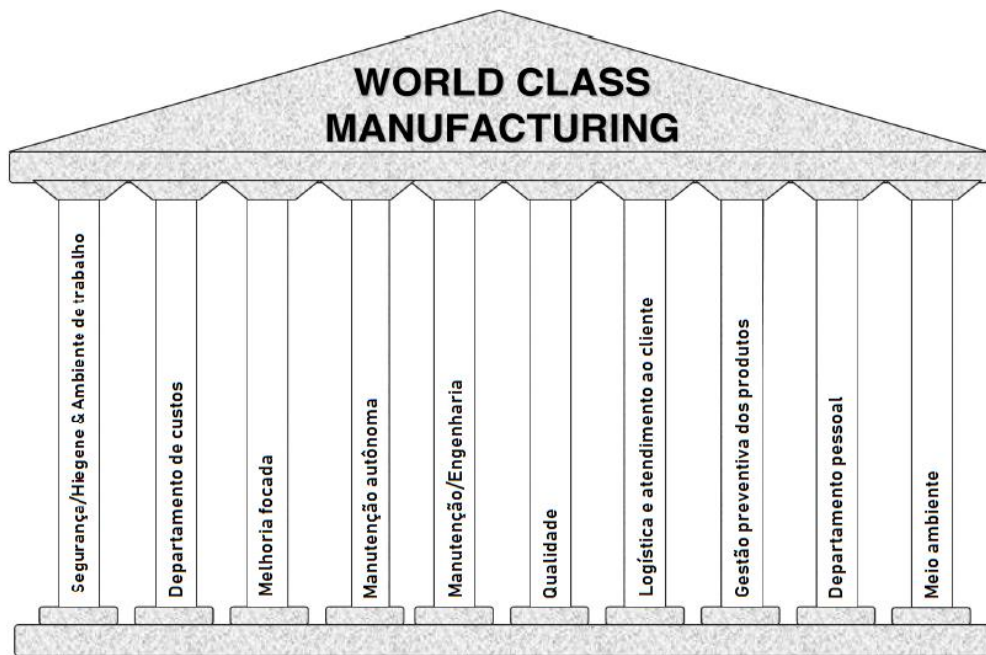
2.1.1 Contextualização

Para a organização empresarial, multinacionais necessitam algum tipo de gestão para padronização de trabalhos e garantias de resultados positivos no mercado. Segundo Feliche e Petrilho (2015), não existe um significado universal para *World Class Manufacturing* (WCM) na literatura existente (apud KODALI *et al.*, 2004). Já Pałucha (2012) deixa claro que o WCM é um tipo de gestão utilizado por empresas que utilizam os melhores sistemas de produção existentes no mundo.

Basicamente, o WCM é um modelo de gestão de melhoria contínua na empresa como um todo, seja organizacional, em manutenção ou produção (PALUCHA, 2012). O autor também afirma que o objetivo final é atingir a competitividade global no mercado com os princípios: “sem desperdício”, “sem estoque”, “sem falha”, “sem defeito”, “com qualidade nos produtos e serviços” e “segurança no processo”.

Os métodos e ferramentas utilizados em organizações mundiais são testados e validados pelas próprias organizações. Eles são confiáveis e de alta qualidade com envolvimento de todos os funcionários da empresa (PALUCHA, 2012). A Figura 1 representa os pilares definidos para o WCM mostrando o envolvimento de todas as áreas e, conseqüentemente, todos os funcionários da empresa.

Figura 1 - Pilares do WCM



Fonte: Adaptado de Pałucha (2012)

Como mostrado na Figura 1, o WCM é baseado em 10 pilares. A explicação sucinta de todos os pilares, segundo Pałucha (2012) são:

1. Segurança/Higiene & Ambiente de trabalho

Pilar que envolve a melhoria do ambiente de trabalho e a prevenção de acidentes e ocorrências perigosas. O objetivo deste pilar é zero acidentes. Assim, algumas ações preventivas devem ser tomadas: ergonomia dos trabalhadores, normas frequentemente fiscalizadas, treinamentos dos funcionários e etc.;

2. Departamento de custos

Pilar responsável por realizar a análise e auditoria de gestão da empresa com planos de redução de custos. Por ser um programa de gestão focado em eficiência, o departamento foca em identificar, evidenciar e tratar os custos em qualquer área da empresa.

3. Melhoria focada

O pilar de melhoria focada está inteiramente ligado com o pilar de departamento de custos. A diferença é que as ações tomadas por este pilar

devem levar a uma resolução do problema e gerar um padrão para que não repita o processo negativo. Este pilar é muito utilizado com o objetivo de eliminar atividades que não agregam valor ao produto e não geram competitividade de custos do produto.

4. Manutenção autônoma

Este pilar envolve todos os funcionários das áreas de produção. Eles são os “donos das máquinas”. O maior objetivo deste pilar é deixar o maquinário da empresa em seu estado original, seja de conservação, de limpeza, de lubrificação. Uma das alternativas de melhoria deste pilar é aumentar o conhecimento técnico dos operadores.

5. Manutenção/Engenharia

A Manutenção/Engenharia é responsável pelos resultados de indicadores de manutenção preventivas e preditivas. É este pilar que tem como escopo a análise e controle de falhas e confiabilidade do maquinário. Os pilares de manutenção autônoma e de manutenção/engenharia devem trabalhar juntos para um resultado ideal.

6. Qualidade

A equipe de Qualidade é responsável por avaliar a satisfação do cliente em relação aos produtos e serviços fornecidos pelas empresas. O objetivo deste pilar é encontrar uma forma de fornecer aos clientes produtos com alta qualidade com um custo mínimo.

7. Logística e atendimento ao cliente

O objetivo do pilar é criar condições de fluxo entre os fornecedores e a unidade de produção. É responsável por reduzir o nível de estoque, otimizar os deslocamentos dos produtos, gestão de fornecedores, produção e rede de vendas.

8. Gestão preventiva dos produtos

O pilar de gestão preventiva dos produtos tem atividades geralmente em inícios de fábricas (*start-up*) e em casos que um equipamento novo é aplicado.

É responsável por otimizar os custos nestes casos e eliminar as perdas resultantes do período de inatividade do processo.

9. Departamento pessoal

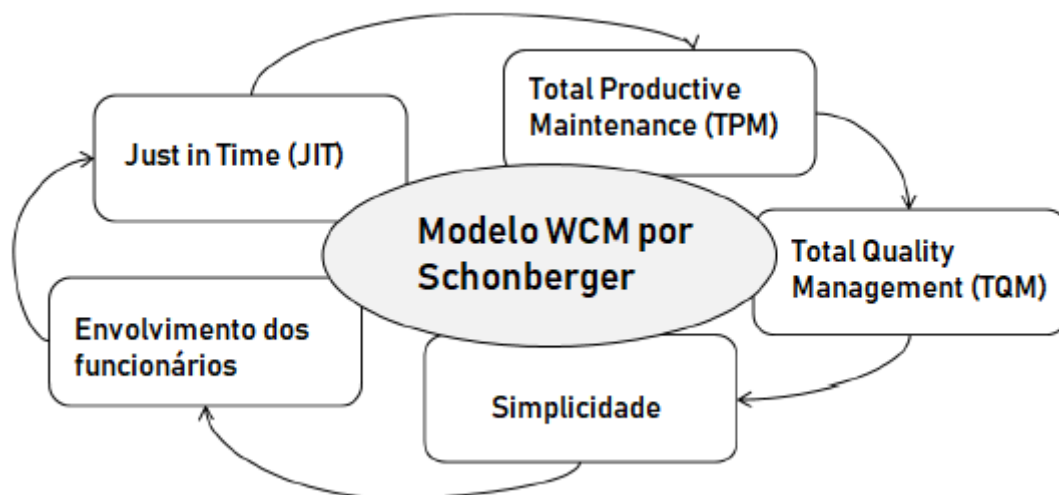
O pilar de departamento pessoal é responsável por criar um sistema de treinamentos e qualificações para cada cargo da empresa. O pilar contém um sistema de documentação e gestão de habilidades operacionais e de conhecimento interno.

10. Meio ambiente

O último pilar é responsável por gerir os aspectos ambientais da planta. Os funcionários da área são responsáveis pelos cumprimentos dos requisitos e padrões ambientais.

Um outro modelo foi proposto por Schonberger (1996). O autor modelou o WCM em forma de um ciclo, representado na Figura 2.

Figura 2 - Modelo WCM proposto por Schonberger



Fonte: Adaptado de Feliche, Petrilho e Monfreda (2013)

As técnicas propostas por Schonberger são conhecidas há muito tempo. Feliche, Petrilho e Monfreda (2013) explicam que o modelo foi aperfeiçoado conforme o tempo tornando um sistema flexível e capaz de alcançar a competitividade com produtos de alta qualidade.

2.1.2 Princípios e Missões do WCM

Qualquer modelo de gestão proposto pelas empresas deve ser de conhecimento de todos funcionários. Resultados gerados a partir da gestão empresarial devem ser bem definidos, divulgados, mensuráveis e que tenha um calendário definidos e aberto a todos. Esta é uma forma de manter os funcionários engajados e responsáveis pelos resultados da empresa (FELICHE, PETRILHO E MONFREDA, 2013).

Os autores Feliche, Petrilho e Monfreda (2013) também afirmam que um elemento essencial para se atingir ao WCM ideal é a educação de funcionários e um treinamento relevante. As missões, os sonhos, as visões e os valores das empresas devem ser prioridades em qualquer treinamento junto com a aplicação dos treinamentos dos pilares do WCM. Os autores afirmam que o WCM é baseado em alguns fatores:

- Envolvimento das pessoas;
- Não é um projeto passageiro, mas uma nova maneira de trabalho;
- Foco em prevenção de acidentes;
- O cliente tem voz e deve atingir todas áreas e departamentos;
- Padrões estabelecidos devem ser respeitados;
- Métodos aplicados com consistência e rigor;
- Falhas devem ser visíveis;
- Análise de causa-efeito: eliminação da causa.

2.1.3 Ferramentas Para Implementação do WCM

Dentro das infinidades de ferramentas existentes, algumas são mais utilizadas para implementação do WCM. É de suma importância ferramentas de análises em que deixem claro os objetivos e que as decisões sejam tomadas a partir desses dados gerados. Assim, são utilizadas ferramentas tradicionais de análises de dados, como histogramas, listas de verificação e diagramas de dispersão. A escolha das ferramentas utilizadas depende da fase do processo em qual se encontra. Os níveis para a escolha do momento de aplicação das ferramentas são definidos por Feliche, Petrilho e Monfreda (2013) como:

- Reativa: Medidas são tomadas a partir da ocorrência de um evento;
- Preventiva: Medidas são tomadas antes da ocorrência de um evento;
- Proativa: Medidas são tomadas antes da ocorrência de um evento a partir de uma análise de risco teórico.

A assertividade das ferramentas utilizadas na implementação é parte fundamental do processo. Sigismondi e Miatello (2014) e Feliche, Petrilho e Monfreda (2013) demonstram algumas ferramentas que fazem parte da base da implementação, não sendo elas únicas e obrigatórias. São elas:

- PDCA: Método em fases de ciclos com quatro passos (*PLAN – DO – ACT – CHECK*). Pode ser aplicado em qualquer processo de qualquer pilar do WCM.
- 5W2H: Muito utilizada para encontrar a causa fundamental de um problema ou para tomada de decisões. Também pode ser aplicada em todos os pilares do WCM.
- Análise MUDA: Análises de perdas. Ferramenta também utilizadas em ciclo dentro de um processo capaz de encontrar e de reduzir as perdas de um processo.
- Análises de causa-raiz: Ferramenta utilizada para encontrar e dar o norte para eliminar a causa raiz de um problema.
- OPL ou LUP (*One Point Lesson* ou Lição de Um Ponto): Ferramenta utilizada principalmente para facilitar trabalhos corriqueiros em que pode ser aplicada a tarefa simples, substituindo treinamentos operacionais.
- TWTP (*The Way To Teach People*): Antes de uma tarefa, esta ferramenta é utilizada para testar o nível de treinamento que o funcionário tem para executá-la.
- HERCA (*Human Error Root Cause Analysis*): Ferramenta utilizada para investigação de eventos, em particular acidentes, pesquisando o por que aconteceu o evento.

2.2 TPM (*TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*)

2.2.1 Contextualização

A manutenção produtiva total (em inglês *Total Productive Maintenance*) é um dos conceitos utilizados no mundo da manutenção para se chegar a excelência global. Com os avanços tecnológicos o conceito vai se renovando e cada empresa tem sua forma de aplicação (BRESCIANI, 2009).

O conceito japonês TPM surgiu na década de 70 a partir de técnicas nas áreas de manutenção e produção. A palavra que mais se enquadra ao se trabalhar com TPM é “confiabilidade”. O objetivo é prever e tratar as falhas e erradicar as paradas do processo com foco na qualidade do produto produzido (KARDEC E RIBEIRO, 2002). Segundo Kiran (2017) a evolução da TPM pode ser resumida em:

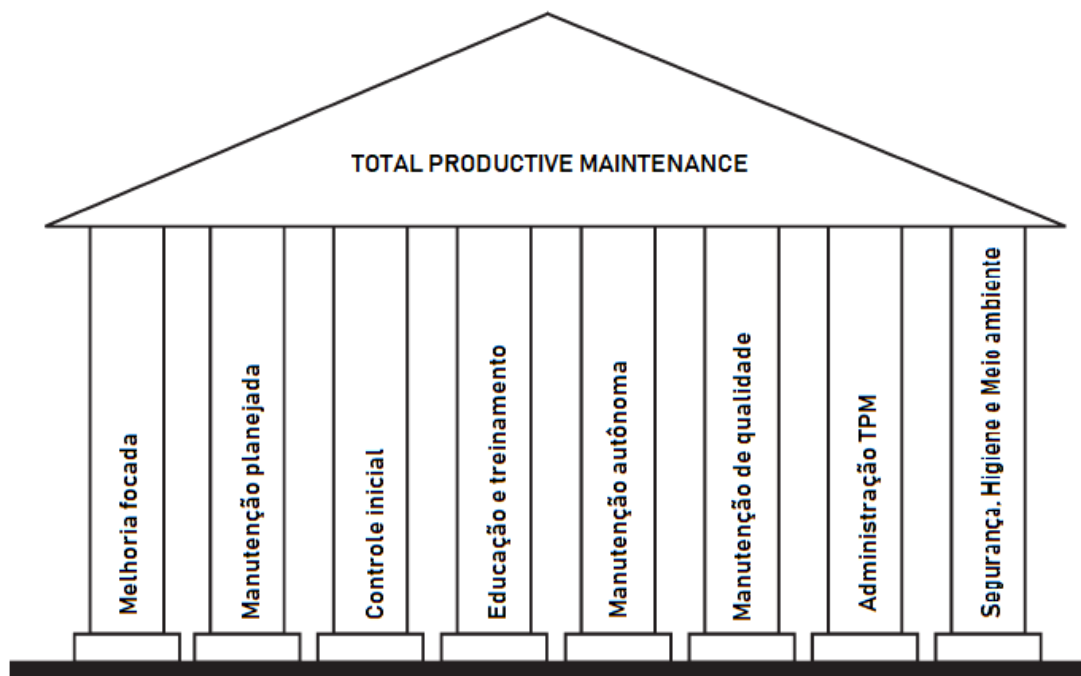
- Revolução pré-industrial: Operador é responsável pela operação e manutenção;
- Departamento de manutenção pré-1950: Funcionários responsáveis pela limpeza e lubrificação de todas as máquinas e adicional de algumas manutenções preventivas;
- Década de 60: Manutenção preventiva;
- Década de 70: TPM;
- Década de 80: Manutenção preventiva realizada por operadores;
- Década de 90: Design de manutenção preventiva;
- Início dos anos 2000: Conceito de TPM em uma fábrica do futuro.

Há muitas empresas em que buscam implementar o conceito TPM dentro de suas unidades (FIDELIS, RESENDE, GUIMARAES E TANNUS, 2015). Essa procura se deve ao fato do TPM trazer benefícios não somente aos resultados da empresa, mas também para a vida dos funcionários. Os autores afirmam que os pontos positivos são: melhora no ambiente do trabalho, na qualidade de vida e na relação homem-máquina.

2.2.2 Pilares do Conceito TPM

Os pilares do TPM estão representados na Figura 3.

Figura 3 - Pilares do conceito TPM



Fonte: Adaptado de Kiran (2017)

Os pilares do TPM, explicados por Kiran (2017) baseados nos conceitos japoneses são:

1. Melhoria focada: Por pequena que seja, tem de haver melhoria contínua;
2. Manutenção planejada: Tem como objetivo a redução de quebras e aumento dos equipamentos disponíveis para produção;
3. Controle inicial: Responsável por estabelecer um sistema de produção de produtos ou equipamentos novos em um menor período;
4. Educação e treinamento: Objetivo de formar funcionários da produção com habilidades técnicas para a manutenção autônoma;
5. Manutenção autônoma: Pilar responsável por cuidar de funcionários com o objetivo de “manter o equipamento por si mesmo”;
6. Manutenção de qualidade: Pilar responsável pela meta de zero defeitos. É nele que acontece o controle das condições da máquina para zerar o número de defeitos dos produtos;

7. Administração TPM: Funcionários focados em análises para eliminação de perdas;
8. Segurança, higiene e meio ambiente: Pilar responsável por criar um ambiente de trabalho seguro e saudável. Além de cumprir os requisitos ambientais, também mapeia e melhora as áreas perigosas.

2.3 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

2.3.1 Indicadores Dentro do *World Class Manufacturing* (WCM)

Como o WCM é um conceito focado em melhoria contínua e referência mundial, é preciso alguma forma nova de medição e avaliação dos métodos e ferramentas. Novos indicadores, inclusive os de manutenção, foram criados pois os sistemas tradicionais de medição estavam relacionados a sistemas e métricas desatualizadas contrariando a ideia de melhoria contínua (Feliche, Petrilho e Monfreda, 2013 *apud* Ghalayini, 1996).

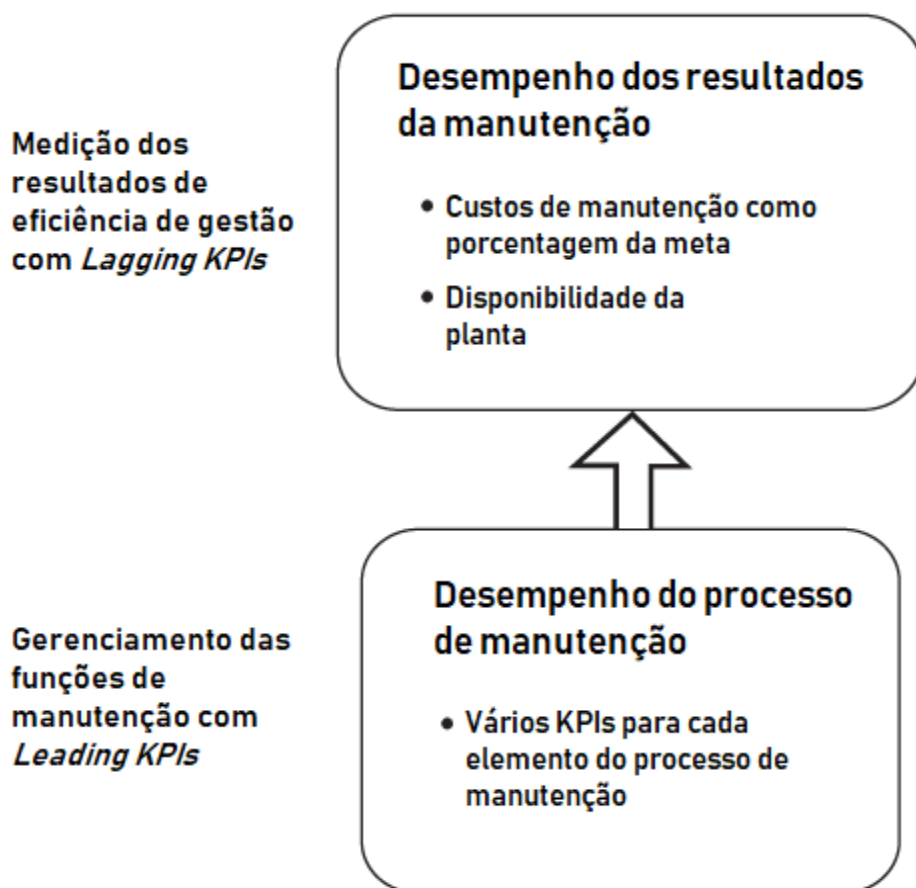
São utilizados dois tipos de indicadores em WCM: *Key Performance Index* (KPI) e *Key Activity Indicator* (KAI). O primeiro representa algum resultado da melhoria do processo medido, por exemplo, vendas, produtividade, taxas de desempenho do equipamento, qualidade do produto, tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio de reparo (MTTR) (SHIROSE, 1996). Já o segundo é necessário para medição para alcançar a finalidade de um projeto, por exemplo, um número de ciclos de treinamento dos colaboradores de uma empresa com projetos de melhoria de desempenho (MURATA E KATAYAM, 2009).

2.3.2 Indicadores de Manutenção

Já no contexto da manutenção, Mobley (2008) divide os KPIs de manutenção em dois grandes grupos: *Leading KPIs* e *Lagging KPIs*. O autor explica que o primeiro é um grupo de indicadores medindo os desempenhos antes que os resultados comecem a seguir um padrão ou tendência. Eles são utilizados para prever algum caminho indesejado. Já o segundo grupo mede os desempenhos após o processo seguir um padrão ou tendência e pode ser usado para confirmá-las a longo prazo. *Lagging KPIs* são bastante utilizadas

para determinar a eficiência de como um sistema foi gerenciado, por exemplo. A Figura 4 mostra a divisão dos dois grupos feito por Mobley (2008).

Figura 4 - Divisão de Lagging KPIs e Leading KPIs



Fonte: Adaptado de Mobley (2008)

A escolha e acompanhamento dos indicadores de manutenção são fundamentais para o funcionamento da manutenção na planta. Eles devem retratar aspectos importantes da unidade e a equipe de Planejamento e Controle de Manutenção deve avaliar a melhor forma de monitorar seu processo (Viana, 2002). O autor também explica alguns indicadores mundialmente utilizados para se chegar a referência mundial em manutenção, que são eles:

1. MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas);

O MTBF é a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD) pelo número de paradas para manutenções corretivas neste período (NC).

$$MTBF = \frac{HD}{NC}$$

Quanto maior o valor do MTBF melhor é o comportamento dos equipamentos da planta. O aumento do MTBF geral indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, ou seja, o total de horas disponíveis para operação está maior.

2. MTTR – *Mean Time To Repair* (Tempo Médio de Reparo);

O MTTR é a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação (HIM) pelo número de manutenção corretivas no período (NC).

$$MTTR = \frac{HIM}{NC}$$

No caso do MTTR quanto menor o valor, melhor para a planta. Este indicador mostrará o quanto os reparos corretivos impactam na produção.

3. TPF – Tempo Médio Para Falha;

O TPF é focado para medir determinados equipamentos em que ao sofrer algum tipo de defeito ou avaria são descartados, ou seja, com MTTR igual a zero. O cálculo é feito pela relação entre o total de horas disponíveis do equipamento para a operação (HD) dividido pelo número de falhas no equipamento não reparáveis.

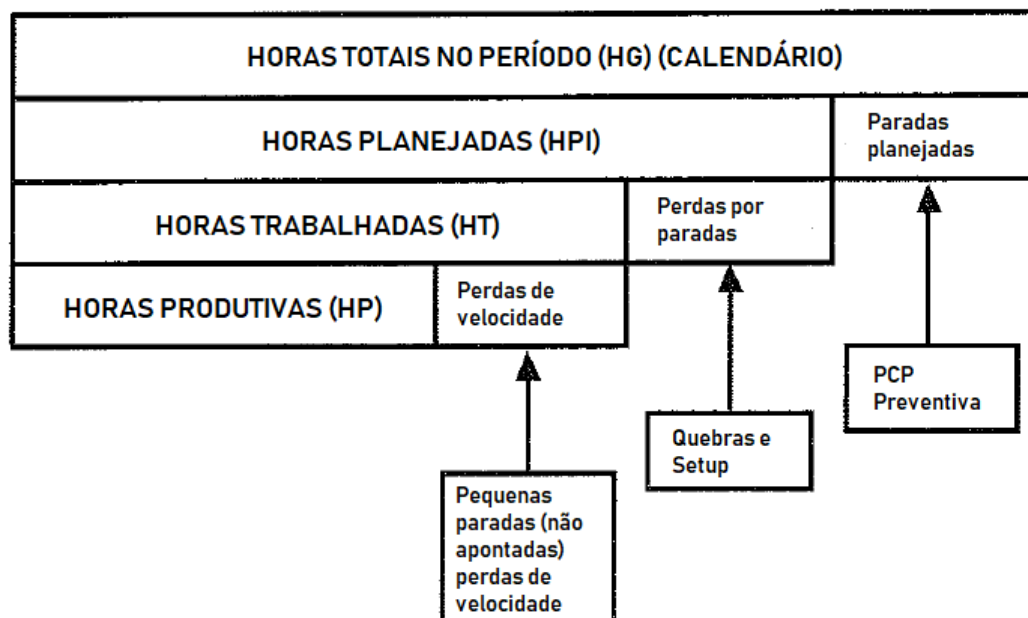
$$TPF = \frac{HD}{N^{\circ} \text{ de falhas}}$$

4. Disponibilidade Física da Maquinaria;

Segundo normas da ABNT, disponibilidade (DF) é a capacidade de um equipamento executar uma certa função em um dado instante ou intervalo de tempo determinado. Por isso, o cálculo da disponibilidade varia de um setor para outro e até entre empresas. Viana (2002) demonstra na Figura 5 uma

representação de horas dentro de uma equipe de manutenção para facilitar o entendimento de disponibilidade.

Figura 5 - Relação de horas e perdas em manutenção



Fonte: Viana (2002)

Como demonstrado, a disponibilidade é a relação entre horas trabalhadas (HT) e as horas totais no período (HG).

$$DF = \frac{HT}{HG} \times 100\%$$

Uma outra forma de cálculo utilizado pelas empresas é utilizando o tempo total de operação (HO) e o tempo total de paradas (HM), sejam elas preventivas ou corretivas, ou seja:

$$DF = \frac{HO}{HO + HM} \times 100\%$$

O indicador de disponibilidade é um dos mais importantes para os gestores pois é o que disponibiliza o maior número de horas possível do equipamento para a produção. As tomadas de decisões saem muitas vezes deste indicador pois é de fácil compreensão e indica quais “equipamentos-problema” que estão retirando mais disponibilidade da planta.

2.4 ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS E RESPONSABILIDADES

2.4.1 Estruturas Organizacionais em Manutenção

As empresas definem suas estruturas organizacionais de acordo com suas metas, objetivos e recursos disponíveis. Temos na literatura diferentes formas de estruturas em manutenção e alguns aspectos básicos determinam alguns modelos e formas mais comuns (VALERIANO, 2001).

Segundo Donas (2004), as estruturas têm uma hierarquia estabelecida verticalmente, com níveis de chefia com suas responsabilidades. Viana (2002) defende uma integração entre as equipes de manutenção e produção com divisões de trabalhos em manutenção para ambas. A esse respeito, Kardec e Nascif (2009) afirmam que:

A organização da manutenção de qualquer empresa deve estar voltada para a gerência e a solução dos problemas na produção, de modo que a empresa seja competitiva no mercado. A manutenção é uma atividade estruturada da empresa, integrada às demais atividades, que fornece soluções buscando maximizar os resultados. (KARDEC; NASCIF, 2009).

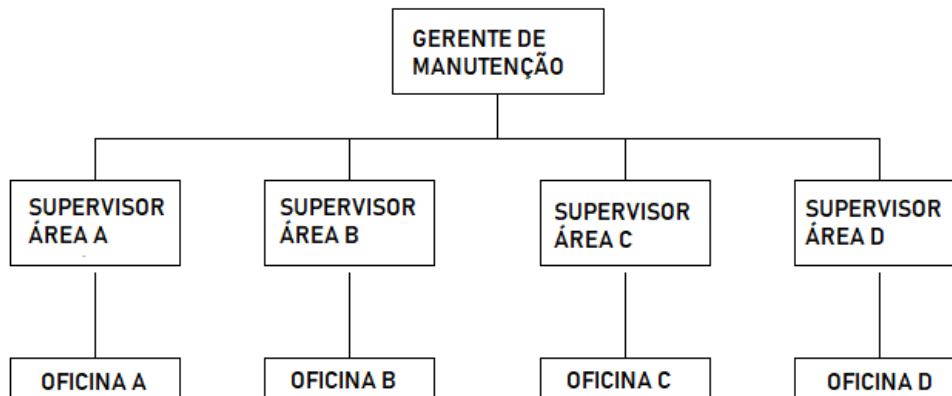
Para se chegar a referência global, algumas estruturas organizacionais podem ser mais objetivas do que outras. Valeriano (2001) e Vasconcelos (1983) aponta três formas de estruturas: estrutura funcional ou departamental, estrutura por projetos e estrutura matricial. Já Kardec (2001) afirma que uma estrutura organizacional pode ser de duas formas: estrutura em linha direta e estrutura matricial.

A estrutura funcional ou departamental está representada na Figura 6. Vasconcelos (1983) cita algumas vantagens da estrutura:

- Por atuarem sempre na mesma área, os funcionários se desenvolvem mais tecnicamente;
- Qualidade técnica elevada dos serviços prestados;
- Criação de memória técnica por estar sempre na mesma área;

- Recursos humanos e matérias melhor utilizados por ter experiência acumulada nos funcionários.

Figura 6 - Estrutura funcional ou departamental

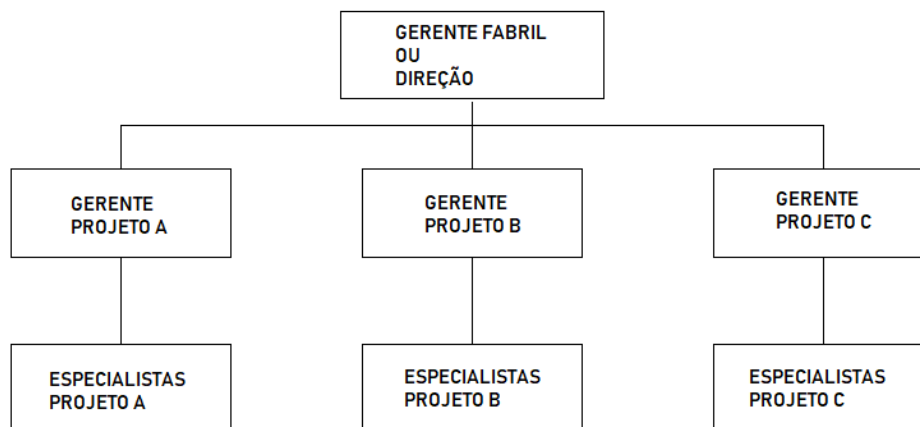


Fonte: Adaptado Donas (2004)

Outra forma de organização em manutenção é a estrutura por projetos (Figura 7). Vasconcelos (1983) explica que a forma é para casos temporários, com equipes temporárias dedicados a um projeto específico. O autor também explica algumas vantagens desta estrutura, que são:

- Gerente responsável apenas por aquele projeto;
- Tipo de estrutura que facilita o cumprimento dos cronogramas para metas com prazos;
- Conhecimento técnico aumentado conforme a quantidade de projetos realizados.

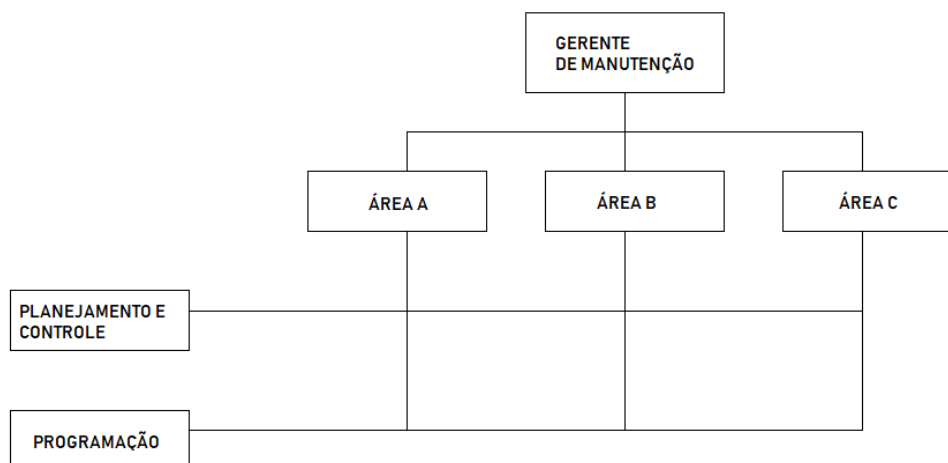
Figura 7 - Estrutura por projetos



Fonte: Adaptado Donas (2004)

A última estrutura organizacional é a matricial (Figura 8). Ambos autores, Kardec (2001) e Valeriano (2001) afirmam que esta forma de estrutura existe mais vantagens do que desvantagens.

Figura 8 - Estrutura matricial



Fonte: Adaptado Valeriano (2001) e Kardec (2001)

Os autores comentam que o maior problema da estrutura matricial é a descentralização da chefia, onde que um mesmo funcionário tem que se reportar a mais de um líder.

2.4.2 Responsabilidade dos Envolvidos com Manutenção

A implementação de equipes de manutenção, envolvendo as estruturas organizacionais da empresa e indicadores não é uma tarefa fácil (Viana, 2002). O autor conclui que é preciso o comprometimento da alta gerência

independentemente da estrutura. A partir disso, cada funcionário da planta deve ter sua matriz de papéis e responsabilidades. Viana (2002) e Mobley (2008) explicam algumas funções e responsabilidades de alguns cargos dentro dos responsáveis pela manutenção, são eles:

1. Operador de produção

Como dentro do TPM o operador tem suas funções dentro da manutenção. Ele além de operar as máquinas deverá ser responsável por alguns indicadores que influenciam nos resultados da planta. Por exemplo:

- MTBF;
- Porcentagem de cumprimento de ordens de lubrificação, limpeza e reapertos;
- Número de incidentes, acidentes e condições inseguras na máquina;
- Porcentagem de produtos fora de qualidade.

2. Planejador

O planejador é a junção de três cargos de antigamente, são eles: planejador, programador e coordenador de materiais. Ele deve ter um perfil dinâmico e com conhecimento dos trabalhos de manutenção de máquinas. Normalmente, este profissional tem uma vivência de manutenção anterior. As responsabilidades são: gerenciar planos de manutenção, coordenar as inspeções de manutenção, realizar compra de materiais, gerenciar cadastros de materiais nos sistemas, programação de serviços e paradas e controlar indicadores da planta, seja ele de PCM ou de produção. O planejador é responsável por indicadores como:

- Porcentagem de ordens de manutenção programadas;
- Porcentagem de ordens de manutenção realizadas;
- Porcentagem de recursos utilizados;
- Custos de manutenção;
- Indicadores de segurança.

3. Supervisor de manutenção

O supervisor de manutenção é aquele responsável pela coordenação e orientação das equipes técnicas de manutenção. O perfil deste profissional é necessário que seja voltado para gestão de pessoas. Algumas habilidades necessárias são: pensamento sistemático, capacidade de realização, estratégia, criatividade, respeito e controle, capacidade de motivação, orientação e gerenciamento, controle de pessoal e conhecimento em custos de manutenção. Indicadores em que o supervisor de manutenção é responsável são:

- Custos de manutenção;
- Porcentagem de absenteísmo;
- Número de incidentes, acidentes e condições inseguras da equipe;
- MTBF;
- MTTR;
- Cumprimento de ordens da equipe;
- Disponibilidade de equipamentos.

4. Gerente de manutenção industrial

A função do gerente nada mais é que ser responsável por todas as ações e indicadores das funções citadas anteriormente. O perfil deste profissional é necessário que tenha alguns requisitos: formação universitária em engenharia, experiência na área de manutenção, planejamento e execução, capacidade de negociação, conhecimentos em administração, boa comunicação e percepção aguda.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

3.1.1 Quanto à Abordagem do Problema

A pesquisa, segundo Cervo e Bervian (1983), é considerada combinada quando o problema pode ser abordado de maneira qualitativa e quantitativa. A coleta de informações das mudanças na estrutura organizacional das equipes da empresa é considerada neste caso uma abordagem qualitativa. Já os impactos gerados nos indicadores de manutenção após essas mudanças são considerados uma abordagem quantitativa. Por isso, a abordagem deste trabalho é considerada combinada.

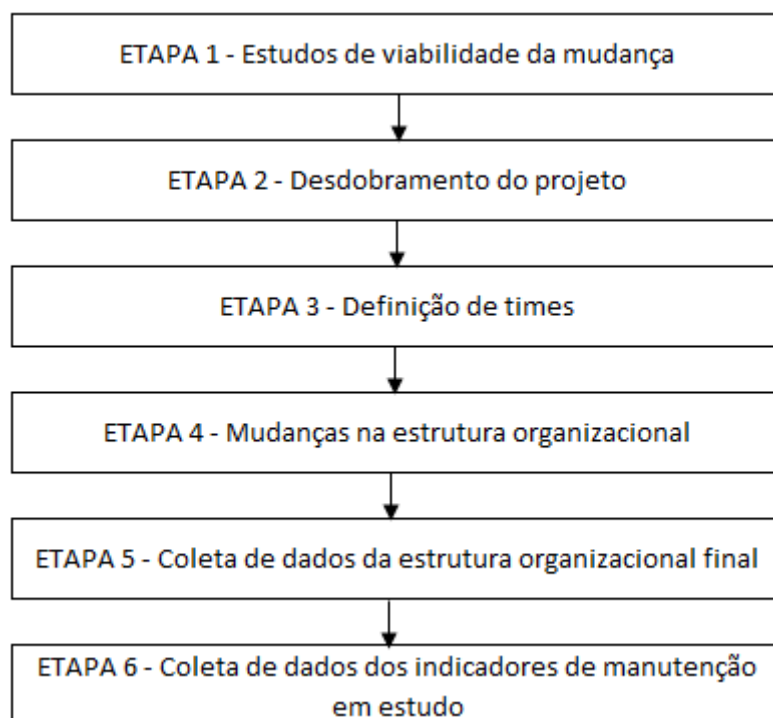
3.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

3.2.1 Descrição da Empresa

A pesquisa será realizada em uma indústria instalada no interior do Paraná. A empresa emprega mais de 400 funcionários nesta planta sendo considerada, dentro do setor em que atua, uma multinacional com sede em mais de 19 países. No Brasil, a empresa é conhecida por sempre estar inovando seus processos e produtos. O estudo em questão é um exemplo de inovação e teste dentro das equipes de manutenção e de produção.

3.2.2 Etapas da Pesquisa

As etapas da metodologia da pesquisa estão representadas na Figura 9.

Figura 9 - Etapas da metodologia da pesquisa

Fonte: Autoria própria (2018)

a) Etapa 1 – Estudos de viabilidade da mudança

Por ser uma mudança em mais de uma planta da empresa, os estudos de viabilidade serão realizados no centro de engenharia instalado em São Paulo. A mudança acontecerá nesta planta do interior do Paraná após *benchmarking* com outra planta no estado de São Paulo e verificado uma melhoria nos indicadores de manutenção e produção.

Data: novembro/2017 – dezembro/2017

b) Etapa 2 – Desdobramento do projeto

O desdobramento do projeto foi dividido em duas etapas. A primeira etapa foi de apresentação do projeto aos gerentes da planta. Os gerentes recebem um treinamento do projeto e cronogramas que devem ser cumpridos para implementação da mudança organizacional. A segunda etapa é o desdobramento do projeto pelos gerentes aos supervisores e analistas da planta.

Data: fevereiro/2018

c) Etapa 3 – Definição de times

Os gerentes têm papel fundamental nesta etapa. Eles são responsáveis de definir, a partir da competência de cada funcionário, onde cada supervisor, analista, técnico ou operador deverá ser alocado na nova estrutura organizacional.

Data: fevereiro/2018 – março/2018

d) Etapa 4 – Mudanças na estrutura organizacional

Após definido cada funcionário em cada local na estrutura organizacional, será definido uma data para acontecer a mudança. O período de mudança será considerado no total de dois meses, pois alguns ajustes podem ser feitos após a divulgação dos times.

Data: março/2018 – abril/2018

e) Etapa 5 – Coleta de dados da estrutura organizacional final

Após o período de teste da mudança da estrutura organizacional, acontecerá a coleta de dados do estudo qualitativo.

Data: julho/2018

f) Etapa 6 – Coleta de dados dos indicadores de manutenção em estudo

Os indicadores de manutenção serão coletados após o período definido nos objetivos da pesquisa. Nesta etapa, serão recolhidos os dados reais de janeiro a setembro de 2018.

Data: outubro/2018

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho comparou o impacto da mudança de estrutura organizacional nas equipes de produção e manutenção nos indicadores de manutenção (confiabilidade). Os resultados e discussões do trabalho são mostrados detalhadamente neste capítulo, passando por cada etapa proposta no cronograma.

A escolha dos indicadores de manutenção (MTBF e MTTR) se deu ao fato deles representarem a confiabilidade das máquinas e impacto direto com a eficiência da produção.

4.1 VIABILIDADE E DESDOBRAMENTO DO PROJETO

A primeira etapa do projeto foi o estudo de viabilidade da mudança. Das 44 unidades da empresa no Brasil, esta seria a segunda unidade a ser implementada a mudança de estrutura organizacional nas equipes de produção e manutenção. As justificativas mais relevantes dadas pelo corpo gerencial de realizar a mudança nesta unidade do interior do Paraná foram: mudanças ocorridas na unidade do interior de São Paulo obtiverem resultados positivos e o corpo de empregados da unidade Paraná serem novos na companhia.

A primeira justificativa dessa mudança foi a melhora dos indicadores de confiabilidade em outra unidade em curto prazo. Na mudança, o MTBF aumentou em 15% e o MTTR caiu em 10% (média dos indicadores das linhas). Os resultados foram tão positivos e correlacionados com essa mudança de estrutura que um case de sucesso foi montado a partir desses resultados e apresentado em outros países.

Já a segunda justificativa foi relacionada a cultura empresarial aplicada na empresa. A companhia cultiva e valoriza a cultura empresarial existente, deixando claro que o sucesso da empresa no mercado é a soma de gente boa e cultura forte. Por ter apenas 3 anos de *startup* no Paraná, muitas pessoas novas foram contratadas e, conseqüentemente, precisariam conhecer e se adequar a cultura da empresa. Para essa mudança, a empresa conta com funcionários focados no projeto de mudança de estrutura (funcionários de fora

da unidade e focados apenas no projeto de mudança) com a oportunidade de incluir as pessoas cada vez mais no ramo da empresa.

Após os estudos de viabilidade no centro de engenharia em São Paulo, houve a etapa de desdobramento do projeto a todos os colaboradores da empresa. O desdobramento foi realizado em 2 etapas: evento de desdobramento para liderança e evento de desdobramento para operadores e técnicos. A estratégia de dividir os eventos partiu da direção da empresa com o objetivo da liderança entender o projeto e tirar todas as dúvidas. Dessa forma, toda liderança da unidade estava apta a explicar o projeto, atender todas as dúvidas e diminuir os boatos gerados entre operadores e técnicos.

4.2 SITUAÇÃO DA EMPRESA

É sabido que a comparação dos indicadores de confiabilidade em curto prazo deste trabalho pode ter várias variáveis que influencie os resultados. É de suma importância que sejam citadas todas as possibilidades de influência para não chegar em uma conclusão errônea da mudança.

Os impactos gerados nos indicadores de confiabilidade por fatores externos foram previstos anteriormente em uma reunião de gerentes, supervisores e estagiários das áreas de produção e engenharia/manutenção. Os mais relevantes foram:

- Produto novo para produção nas 3 linhas;
- Aumento de *setups* nas linhas previstos pelo planejamento e controle da produção;
- Projetos de ampliação em fundo de linha e em máquinas gargalo;
- Mudanças de operadores de produção para atuar em engenharia – manutenção;
- Falta de mão de obra especializada.

Uma segunda reunião foi marcada para definir um plano de ação para diminuir os possíveis impactos. A Tabela 1 representa algumas ações que foram retiradas deste segundo encontro:

Tabela 1 - Primeira etapa do plano de ação para diminuir impactos nas mudanças de equipe

Impacto	Justificativa	Ação
Produto novo para as 2 linhas	Mudanças pontuais em algumas máquinas podendo causar falhas	Elaborar procedimentos e instruções de trabalho e treinar operadores
Aumento de setups nas linhas previstos pelo planejamento e controle da produção	Erros de setups impactando maquinário	Intensificação no <i>check</i> de partida de linha
Projetos de ampliação em fundo de linha e em máquinas gargalo	Possíveis erros de projetos que possam impactar falhas	Apontar no sistema "falha de projeto" para estratificar os dados posteriormente
Mudanças de operadores de produção para atuar em engenharia – manutenção	Integrantes sem experiência em atuação preventiva ou emergencial. Demora no atendimento da manutenção	Definição e escolha de formação profissional de cada funcionário. Focar em treinamentos curtos antes das mudanças dos operadores que poderão migrar de função.
Falta de mão de obra especializada	Inclusão de pessoas sem experiência	Focar em contratar apenas técnicos com mais de 5 anos de experiência em indústria do ramo

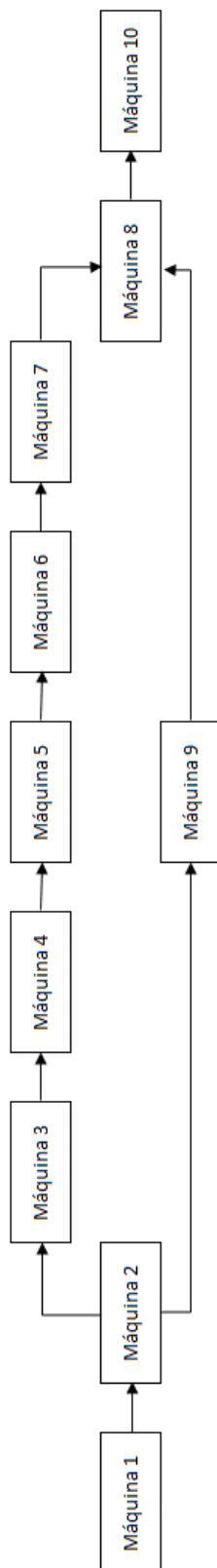
Fonte: Autoria própria (2018)

A partir dessa reunião foram definidos datas e donos para as ações discutidas. A ação que mais tem impacto neste trabalho para um bom resultado é a “definição e escolha de formação profissional de cada funcionário. Focar em treinamentos curtos antes das mudanças dos operadores que poderão migrar de função”. O foco para ótimos resultados se dá em escolher a pessoa certa para o posto certo. Dessa forma, foram realizadas várias reuniões, hipóteses, simulações realizadas para se chegar na definição final dos times.

4.3 LAYOUT DA LINHA E GARGALOS

O conhecimento dos *layouts* das linhas e seus gargalos são necessários para as análises que serão realizadas nos indicadores. A unidade estudada é formada por 3 linhas de produção e que podem ser aproximadas para o estudo. A Figura 10 mostra uma ideia do *layout* das linhas.

Figura 10 - Aproximação do layout das linhas de produção



Fonte: Autoria própria (2018)

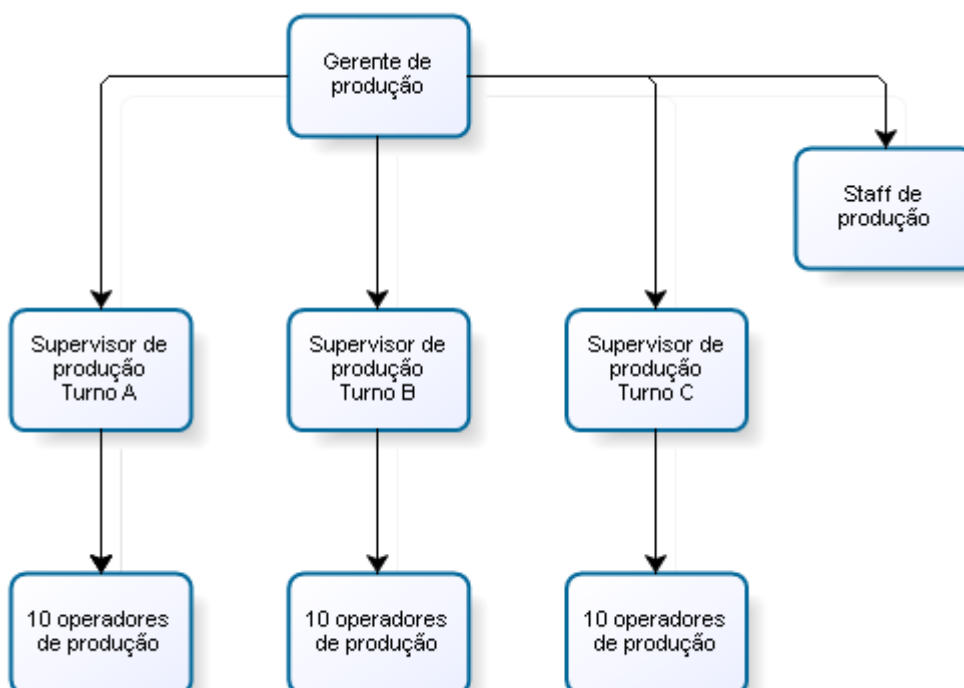
Os conhecimentos dos gargalos das linhas serão fundamentais para a posterior definição dos times. As máquinas consideradas gargalos para a linha de produção são as máquinas 3 e 7. Elas foram definidas como foco para as análises pois são máquinas com velocidades nominais mais baixas e com alto índice de falhas e avarias.

4.4 DEFINIÇÃO DOS TIMES

A etapa mais importante do projeto foi as discussões de definição dos times. A estrutura matricial vinha sendo utilizada por décadas dentro da empresa e a mudança para a estrutural funcional ou departamental era uma dificuldade para a maioria dos gestores (descentralização das chefias).

Ambas equipes, produção e engenharia, sofreram grandes impactos com as mudanças. De uma maneira geral, sem definições de nomes específicos e apenas cargas a serem ocupados, a equipe de produção antes era representada pela Figura 11.

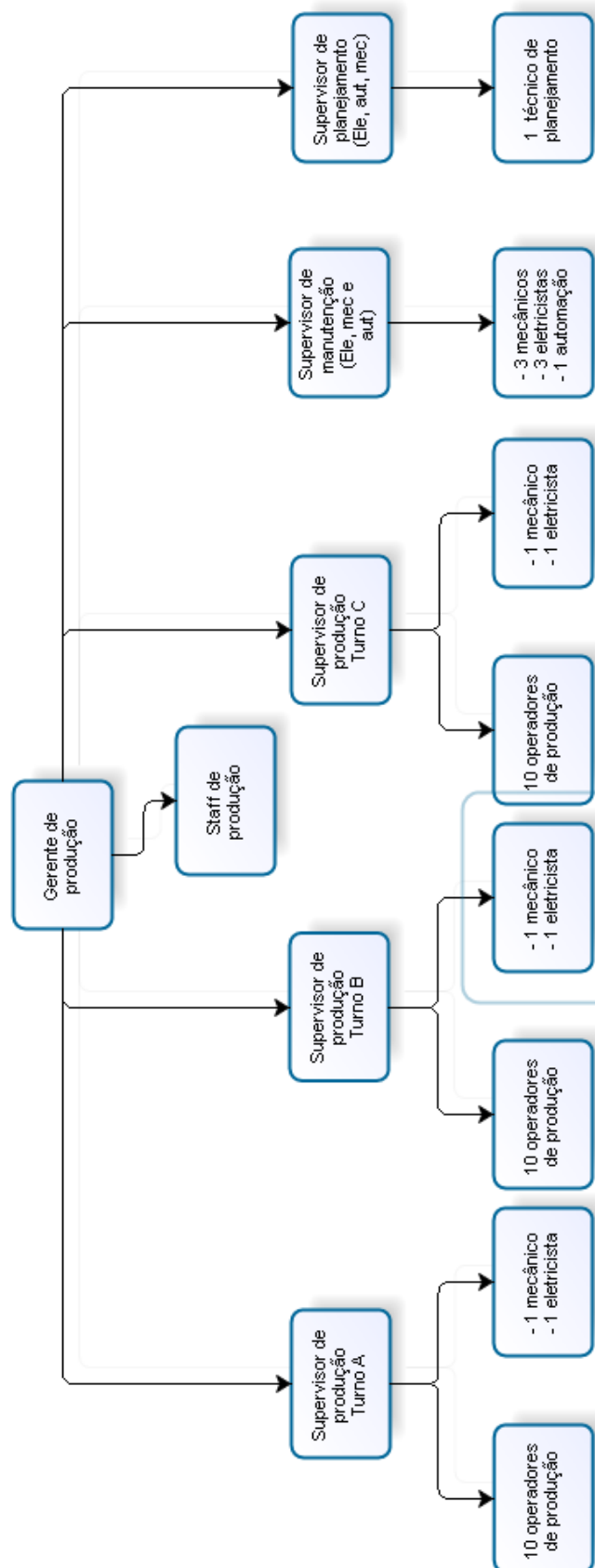
Figura 11 - Equipe de produção antes da mudança de estrutura organizacional



Fonte: Autoria própria (2018)

O modelo da equipe de produção antes da mudança favorecia o foco do pessoal apenas na produção. Uma das partes da cultura da empresa é que todos façam manutenção, principalmente a produção com a conhecida manutenção autônoma. Essa mudança de cultura foi notada no primeiro mês de projeto, com maior engajamento de todos para a manutenção pois os vários integrantes da engenharia (antigos responsáveis pela equipe de manutenção) foram diluídos dentro da produção. A Figura 12 representa a equipe de produção depois da mudança.

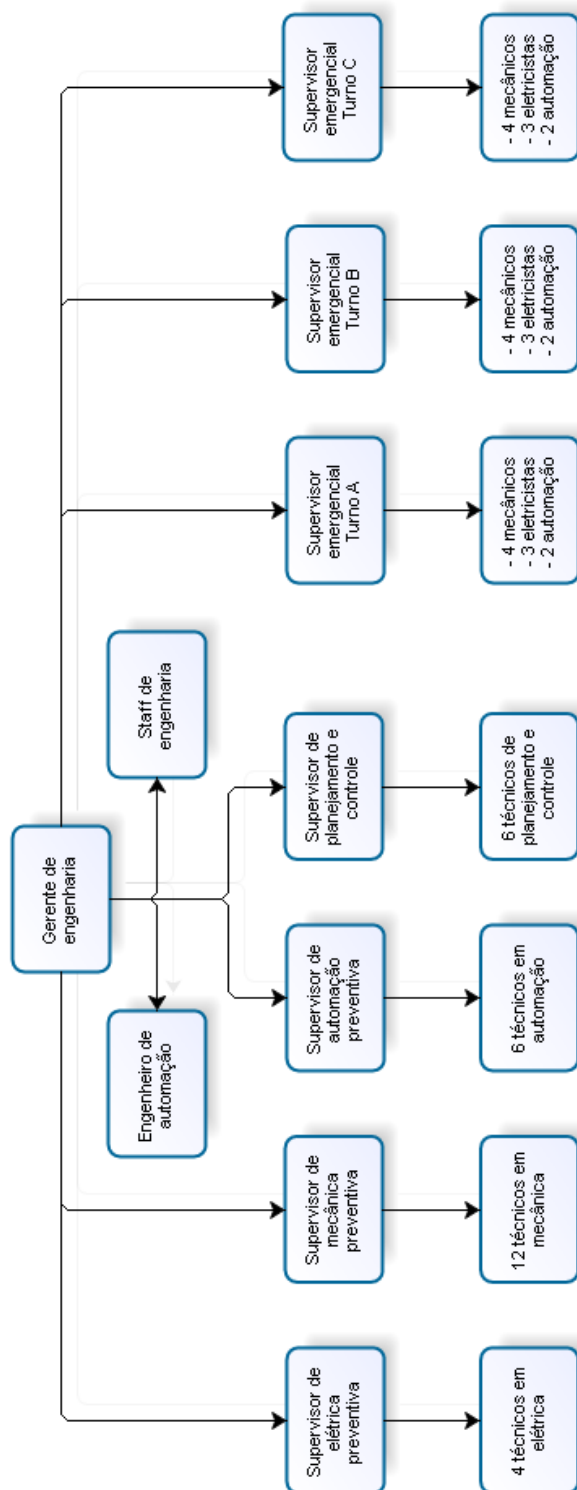
Figura 12 - Equipe de produção depois da mudança de estrutura organizacional



Fonte: Autoria própria (2018)

O grande aumento na nova equipe de produção se deu após uma diminuição na equipe de engenharia. A Figura 13 mostra a estrutura da equipe de engenharia antes da mudança.

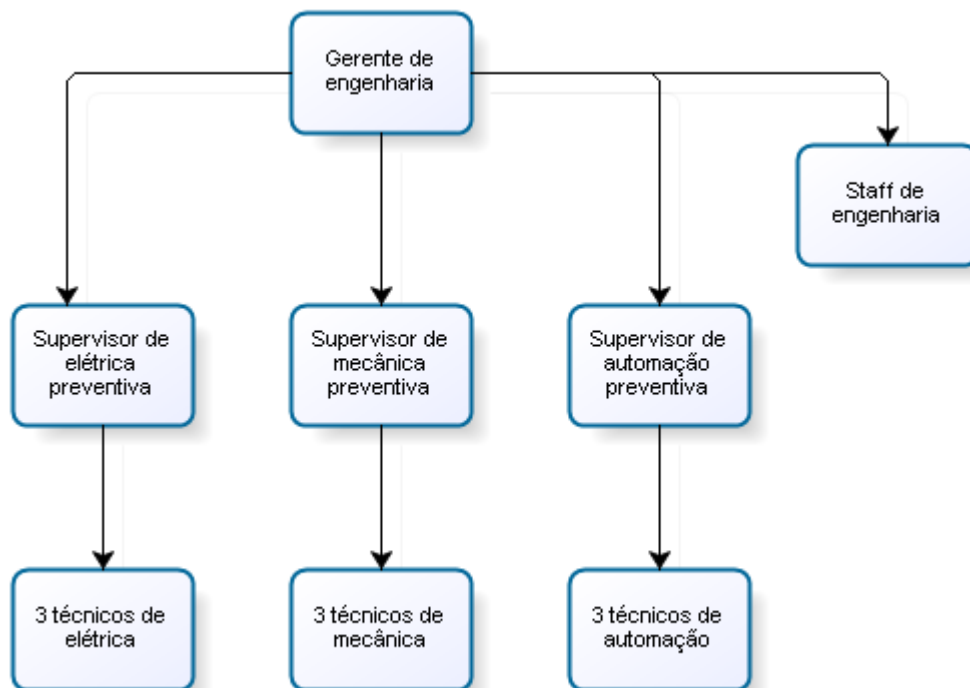
Figura 13 - Equipe de engenharia antes da mudança de estrutura organizacional



Fonte: Autoria própria (2018)

A nova equipe de engenharia ficou mais enxuta e focada em alguns indicadores específicos de engenharia. A Figura 14 representa a equipe de engenharia após a mudança.

Figura 14 - Equipe de engenharia depois da mudança de estrutura organizacional



Fonte: Autoria própria (2018)

Com a equipe mais enxuta, a equipe de engenharia ficou focado nas áreas de meio ambiente e utilidades. Ou seja, saíram os indicadores de confiabilidade para as metas da engenharia e que ficaram:

- Consumo de água;
- Consumo e geração de CO₂;
- Consumo de etanol;
- Consumo de ar comprimido;
- Consumo e geração de calor (caldeiras);

Após a visão macro das mudanças, neste presente trabalho será discorrido as mudanças ocorridas em uma das três linhas. O objetivo é mostrar as mudanças ocorridas nas linhas e a justificativa de cada pessoa em cada posto.

A primeira definição foi a escolha dos supervisores de produção. As 3 vagas eram para os turnos A, B e C (8 horas cada). A Tabela 2 mostra os perfis de cada supervisor com as justificativas de escolha.

Tabela 2 - Definição do time de supervisores de produção entre turnos

Supervisor	Turno	Característica de turno	Supervisor
Supervisor 1	A	Turno que prepara as linhas para a produção. Contato direto com a qualidade do produto e do processo.	Operador elite que virou supervisor e cuidava dos padrões de qualidade do produto. Alto conhecimento de química e ferramentas de qualidade.
Supervisor 2	B	Turno no mesmo horário que administrativo, importante para visitas técnicas e maior contato com a gestão a vista.	Antigo estagiário com bons conhecimentos em gestão e apresentação em público.
Supervisor 3	C	Turno normalmente com maior nível de incidentes e acidentes	Supervisor mais experiente e com maior nível de liderança. Engaja o time em qualquer assunto.

Fonte: Autoria própria (2018)

A segunda etapa foi a escolha dos engenheiros responsáveis pela manutenção dentro da linha. As escolhas foram feitas de acordo com a realidade da linha em 2017. A Tabela 3 representa os perfis necessários para os cargos dos supervisores.

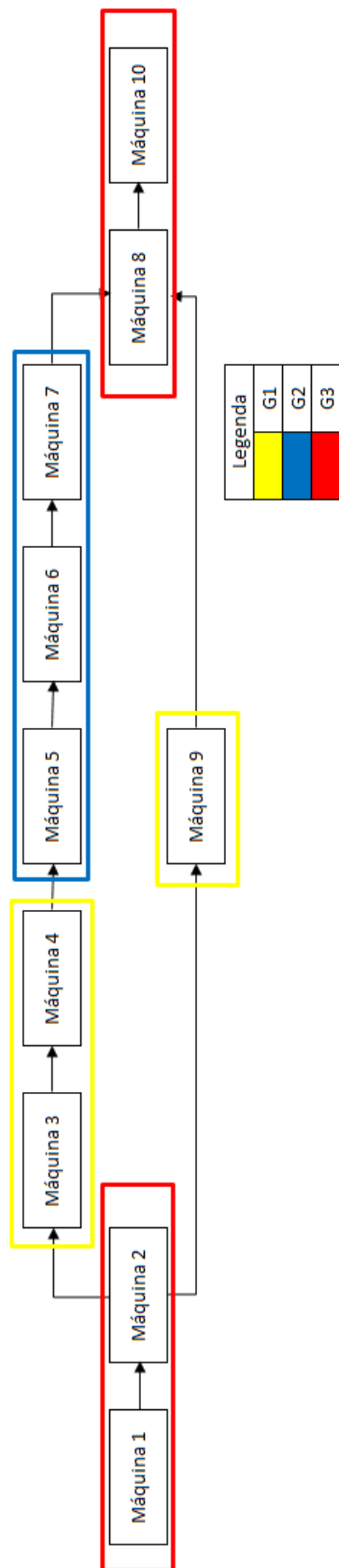
Tabela 3 - Definição do time de supervisores de manutenção e planejamento

Supervisor	Turno	Característica do cargo	Supervisor
Supervisor de manutenção	ADM	Conhecimentos específicos em elétrica.	Antigo supervisor de produção com formação em engenharia elétrica. Alto conhecimento do maquinário.
Supervisor de planejamento	ADM	Conhecimentos em gestão de planejamento e controle da manutenção. Formação em eletrônica.	Engenheiro eletrônico com 3 anos de experiência na empresa.

Fonte: Autoria própria (2018)

A equipe de manutenção da linha foi a etapa mais complicada para se chegar a uma definição final. Primeiramente, os supervisores e gerentes se reuniram para segregar a linha em áreas e só depois definir o perfil de cada técnico. A Figura 15 mostra o layout da linha com os grupos: G1, G2 e G3.

Figura 15 - Layout da linha de produção em grupos para definição dos técnicos de manutenção



Fonte: Autoria própria (2018)

A partir dessa divisão, foi realizada a divisão dos técnicos por grupos. A decisão final ficou escolhida em que cada grupo deveria ter 1 mecânico e 1 eletricitista. Já para cuidar da manutenção em automação foi escolhido 1 técnico de automação sênior para cuidar da linha inteira. Por ser uma linha com maiores problemas de manutenção, especialmente em eletroeletrônica, os 6 técnicos escolhidos já eram da antiga engenharia com alto conhecimento técnico.

A última etapa foi escolher os técnicos de manutenção para os times de manutenção emergencial em turnos. Houve uma decisão final com cada perfil dos técnicos e está representado na Tabela 4.

Tabela 4 - Definição do time de técnicos da linha

Turno	Especialidade	Característica de turno	Supervisor
A	Mecânica	Turno que prepara as linhas para a produção. Contato direto com a qualidade do produto e do processo.	Técnico com mais experiência em mecânica para auxiliar no preparo das linhas para <i>startup</i>
	Elétrica		Técnico atento aos detalhes para partidas de linha.
B	Mecânica	Turno no mesmo horário que administrativo, importante para visitas técnicas e maior contato com a gestão a vista.	Técnico com a possibilidade de fazer algumas funções de gestão.
	Elétrica		Técnico com a possibilidade de fazer algumas funções de gestão.
C	Mecânica	Turno normalmente com maior nível de incidentes e acidentes	Técnico engajado com a segurança dentro da manutenção.
	Elétrica		Técnico com alto conhecimento de elétrica.

Fonte: Autoria própria (2018)

A definição final dos times aconteceu depois de muita discussão e reunião. Todas os encontros foram de suma importância a fim de minimizar os erros de planejamento. A sinergia entre os setores de gente e gestão, engenharia, produção e projetos aconteceu da melhor forma possível.

4.5 COLETA DE DADOS

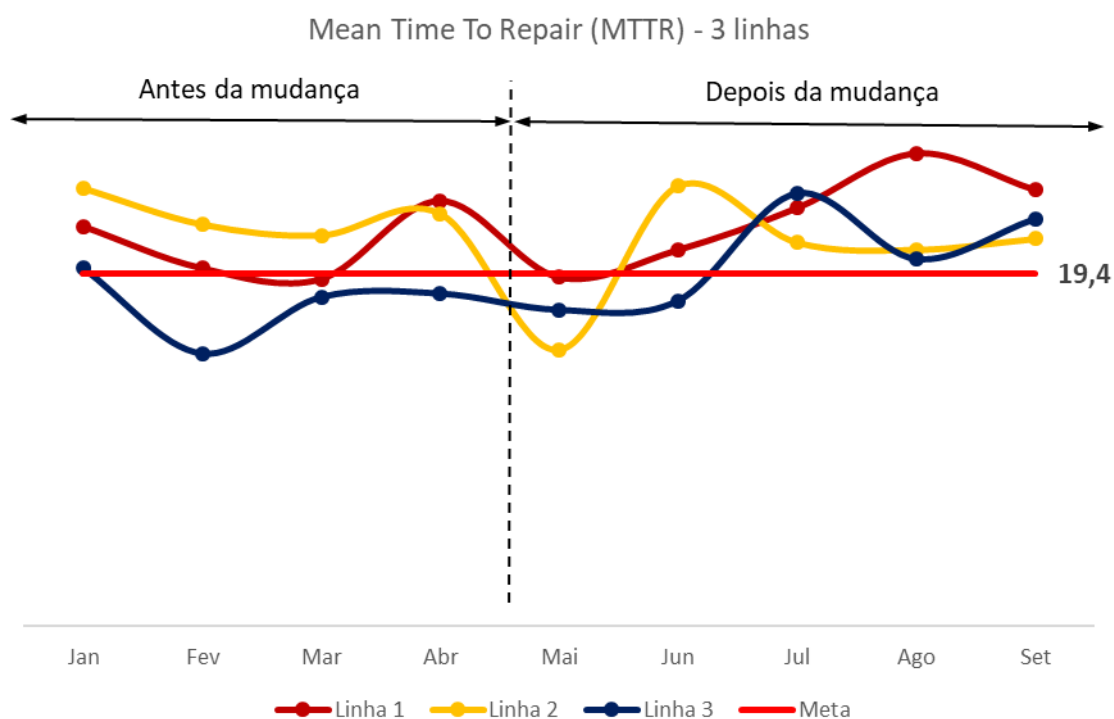
As coletas dos dados dos indicadores de confiabilidade das linhas foram realizadas via sistema interno da empresa junto com supervisor de planejamento e controle de manutenção da linha estudada. Foram extraídos do

sistema dados de MTTR e MTBF das linhas e por máquinas. A quantidade de produto produzido por mês também foi retirada por influenciar diretamente os indicadores de confiabilidade.

4.5.1 Mean Time To Repair (MTTR) Entre as Linhas

A primeira análise feita foi no indicador MTTR. A Figura 16 e Tabela 5 demonstram os dados de tempo médio de reparo antes e depois da mudança. A meta 2018 de MTTR é de 19,4 minutos em média. Ou seja, se a parada for considerada parada de manutenção, o técnico de manutenção tem 19,4 minutos para resolução do problema.

Figura 16 - MTTR de forma gráfica das 3 linhas durante o tempo estudado



Fonte: Acervo da empresa (2018)

Tabela 5 - Dados de MTTR das 3 linhas

Entidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Linha 1	22	19,7	19,1	23,4	19,2	20,7	23	26	24
Linha 2	24,1	22,1	21,5	22,7	15,2	24,2	21,1	20,7	21,3
Linha 3	19,7	15	18,1	18,3	17,4	17,9	23,8	20,2	22,4

Fonte: Acervo da empresa (2018)

O objetivo de redução em 10% em curto prazo não foi concluído. A Tabela 6 mostra as médias de MTTR antes e depois da mudança junto com sua porcentagem de variação. A única linha que efetivamente reduziu o indicador foi a linha 2. A média de variação das linhas foi de 3% de aumento no MTTR.

Tabela 6 - Média de MTTR entre as linhas

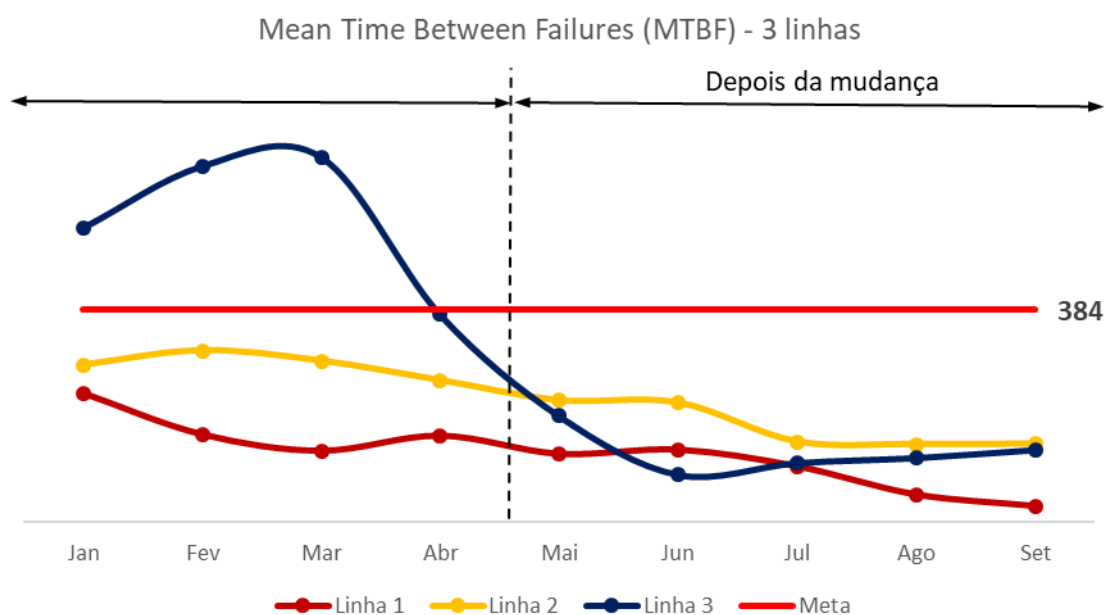
Entidade	Antes da mudança	Depois da mudança	Porcentagem
Linha 1	21,1	22,6	7%
Linha 2	22,6	20,5	-10%
Linha 3	17,8	20,3	13%
MÉDIA 3 LINHAS			3%

Fonte: Acervo da empresa (2018)

4.5.2 Mean Time Between Failures (MTBF) Entre as Linhas

Já a segunda análise realizada foi no indicador MTBF. A Figura 17 e a Tabela 7 representam os dados de tempo médio entre falhas das 3 linhas de produção da empresa. A meta de MTBF de 2018 é de 384 minutos contra meta de 500 minutos de 2017. Essa redução de meta já se deu em conta as mudanças de estrutura organizacional e novos produtos fabricados.

Figura 17 - MTBF de forma gráfica das 3 linhas durante o tempo estudado



Fonte: Acervo da empresa (2018)

Tabela 7 - Dados de MTBF entre as linhas

Entidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Linha 1	232,4	157,7	128	155,3	122,5	130	100	48,9	28
Linha 2	283,6	309,9	291	255,8	219,3	215	144,4	139,9	140,4
Linha 3	532,1	644	660,8	375,6	191,6	85,2	106,5	115,7	130,2

Fonte: Acervo da empresa (2018)

Os resultados de MTBF tiveram uma redução drástica após a mudança nos times de produção e manutenção. A Tabela 8 representa as médias antes e depois da mudança.

Tabela 8 - Média de MTBF entre as linhas

Entidade	Antes da mudança	Depois da mudança	Porcentagem
Linha 1	168,4	85,9	-96%
Linha 2	285,1	171,8	-66%
Linha 3	553,1	125,8	-340%
	MÉDIA 3 LINHAS		-167%

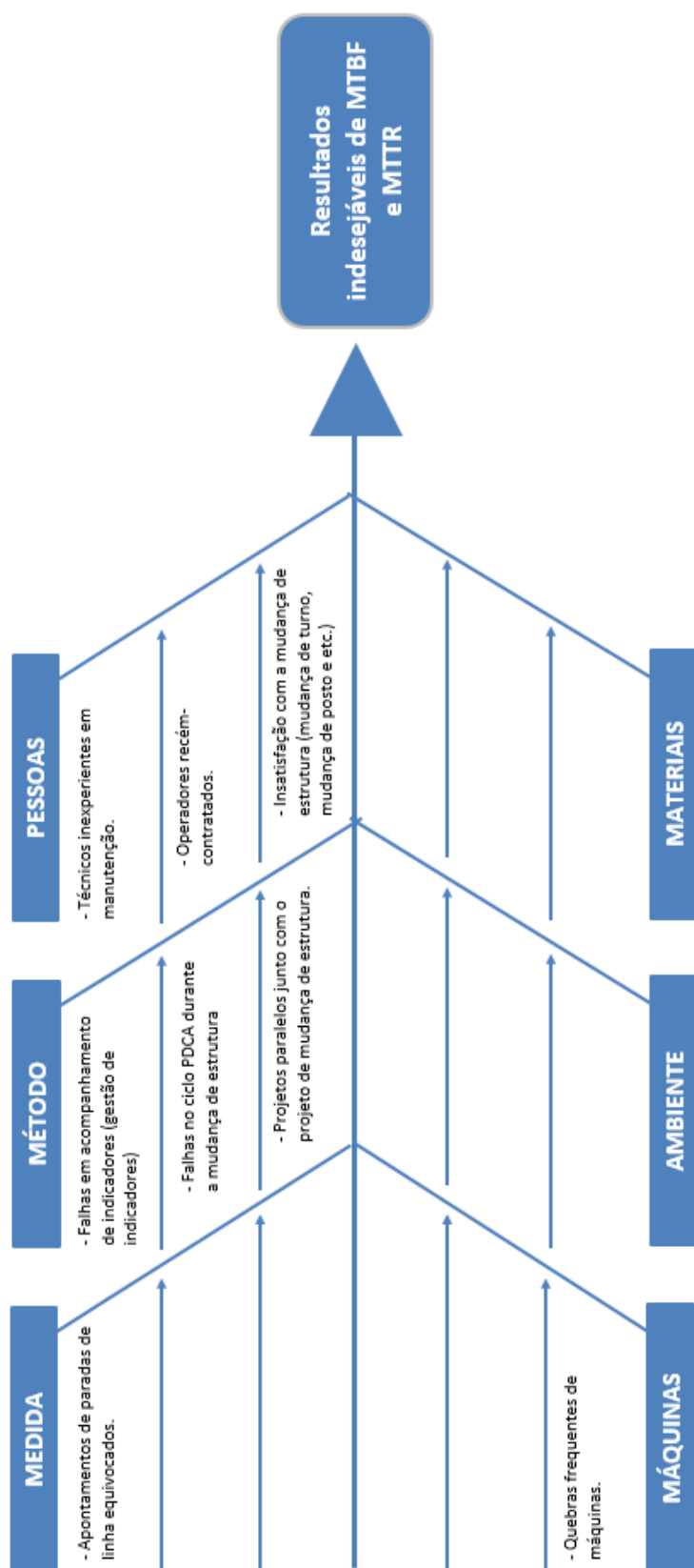
Fonte: Acervo da empresa (2018)

Tanto o indicador MTTR e MTBF não houveram resultados positivos como mostrado anteriormente. Enquanto o MTTR teve, em média, um aumento de 3%, o MTBF teve uma redução de 167%. Novos planos de ação serão apresentados aos diretores para explicação de resultado tão abaixo do esperado em curto prazo.

4.5.3 Possíveis Fatores Que Influenciaram Indicadores de Confiabilidade

Após recolha de análises dos indicadores foi feito um diagrama de causa-efeito para compreensão de alguns fatores nos desempenhos das linhas. A Figura 18 mostra possíveis fatores que possam ter influenciados negativamente no processo.

Figura 18 - Diagrama da Ishikawa para representar possíveis causas nos impactos indesejáveis nos indicadores de confiabilidade



Fonte: Autoria própria (2018)

As possíveis causas explicadas detalhadamente são:

MEDIDA

- Apontamentos de paradas de linha equivocados: Muitas paradas apontadas para problemas de manutenção (elétrica, mecânica, automação) eram, na realidade, paradas operacionais. Exemplo: guias desalinhadas, sensores fora de foco, sujeiras em correntes e polias. Dessa forma, os indicadores eram negativados com informações equivocadas.

MÉTODO

- Falhas em acompanhamento de indicadores (gestão de indicadores): Com a mudança, os indicadores de confiabilidade foram transferidos a gestão dos antigos supervisores de manutenção para os supervisores dentro das linhas. A gestão, que antes da mudança era bem estruturada, ficou cada vez mais fraca.
- Falhas no ciclo PDCA durante a mudança de estrutura: As fases de *Check* e *Act* do ciclo foi impactada com a falta de gestão dos supervisores para correções dentro do projeto. A mudança trouxe uma queda em gestão dentro da empresa, comprovada com queda de 6 pontos percentuais na auditoria realizada em setembro de 2018.
- Projetos paralelos junto com o projeto de mudança de estrutura: O ano de 2018 foi de inovações em produtos dentro da empresa. Houveram projetos de mudanças em produtos já existentes, projetos de novos produtos a serem produzidos e projetos de mudanças em final de linha.

PESSOAS

- Técnicos inexperientes em manutenção: Como alguns operadores passaram por recrutamento interno para atuar em manutenção, alguns técnicos estavam com pouca experiência para atuar em problemas mais complexos.
- Operadores recém-contratados: Com o *turnover* alto na operação, alguns operadores estavam em integração no período da mudança.

- Insatisfação com a mudança de estrutura (mudança de turno, mudança de posto e etc.): Com as definições de cada perfil para cada vaga, alguns técnicos tiveram que mudar de turno ou de posto causando insatisfação no ambiente de trabalho.

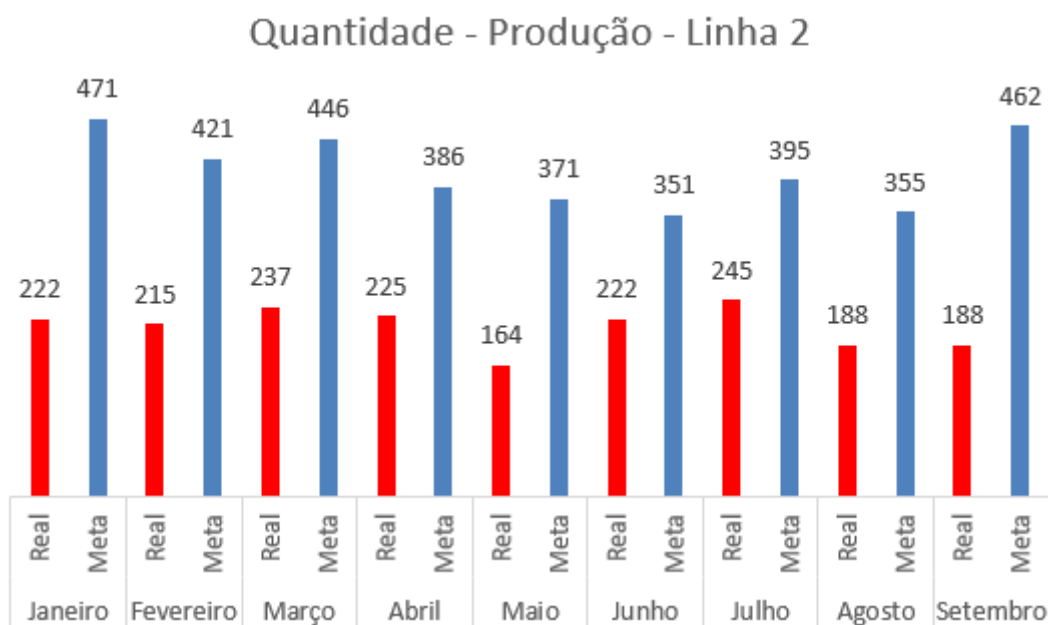
MÁQUINAS

- Quebras frequentes de máquinas: Como qualquer maquinário houveram quebras inesperadas de máquinas.

4.5.4 Análises nos Indicadores de Confiabilidade da Linha 2

Para análises mais aprofundadas, foram retirados os dados por máquinas da Linha 2. As metas de indicadores de confiabilidade são diretamente ligadas com a produção do mês, ou seja, quanto menos produz, aumenta um fator que impacta nos indicadores de confiabilidade. Dessa forma, para efeito de análise, percebe-se na Figura 19 que a produção teve muito impacto durante o ano, não atingindo a meta em nenhum mês. Todas as justificativas geradas no diagrama de Ishikawa (Figura 18) teve de certa forma impacto nos resultados de produção.

Figura 19 - Relação produção/meta da Linha 2



Fonte: Acervo da empresa (2018)

A partir desse conhecimento de produção produzida, foi retirado os valores de fatores de relação produção/indicadores para melhor análise. Apesar de não cumprir os objetivos, a linha 2 foi a única com redução no MTTR (10%) e um aumento indesejado de 66% no MTBF. As análises de MTTR e MTBF da Linha 2 foram realizadas nas máquinas mais importantes da linha: máquinas 3 e 7.

A primeira máquina analisada foi a máquina 3. A Tabela 9 mostra os resultados de MTBF e MTTR em minutos.

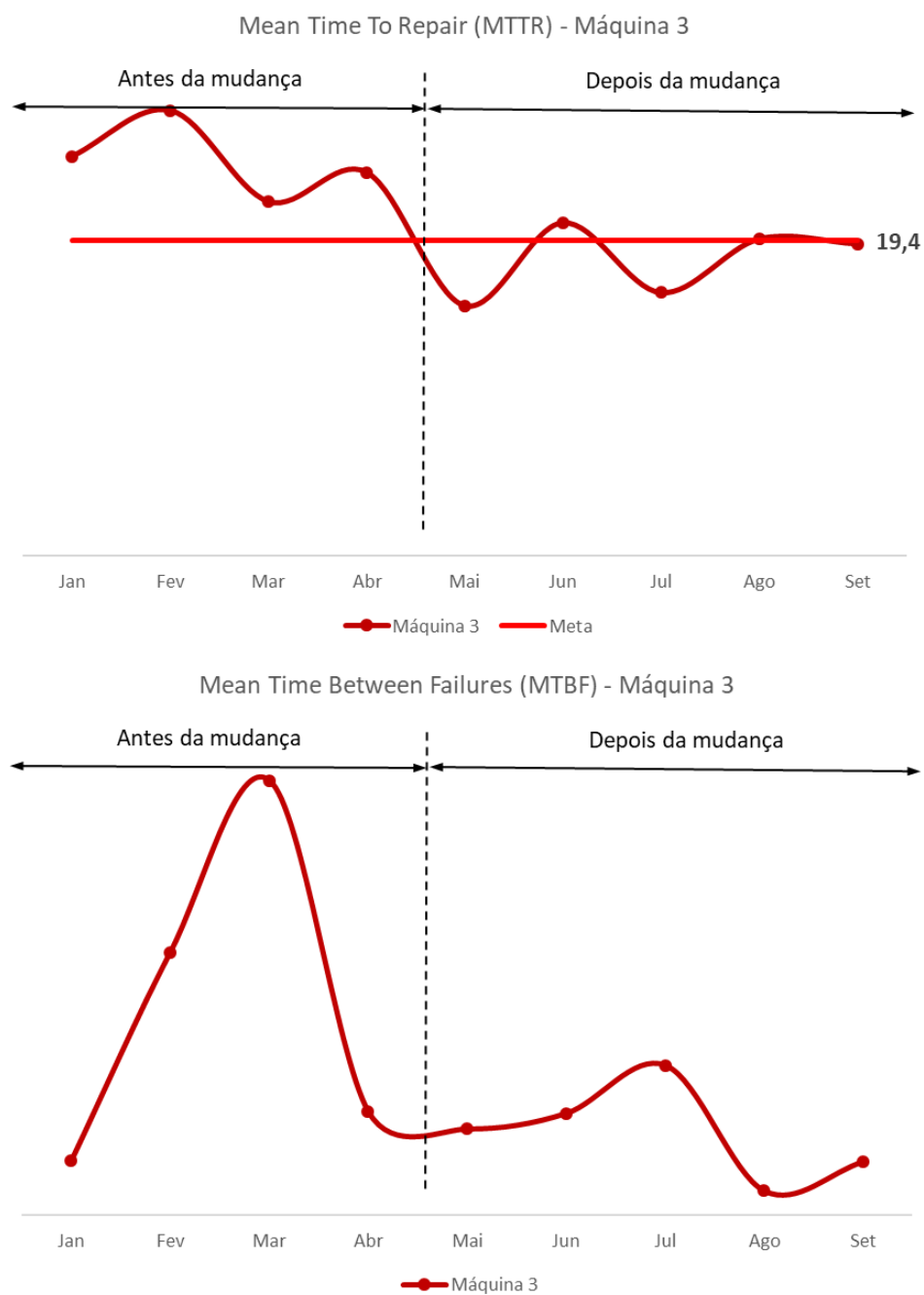
Tabela 9 - Dados de MTBF e MTTR da máquina 3

Máquina 3	MTBF	888,7	4310,9	7129,6	1694,4	1409,8	1666,2	2454,1	391,8	874
	MTTR	24,6	27,4	21,8	23,6	15,4	20,5	16,2	19,5	19,2

Fonte: Acervo da empresa (2018)

A Figura 20 representa os dados de MTTR e MTBF de forma gráfica. Dessa forma, conseguimos ver uma tendência do tempo médio para reparo se aproximando dos 19,4 minutos. Já o tempo médio entre falhas tem uma caída abrupta, refletindo o resultado geral indesejável de MTBF. A máquina 3 tem uma particularidade da linha, pois é a máquina mais importante da linha e com velocidade nominal mais baixa, ou seja, qualquer impacto nela trará resultados indesejados.

Figura 20 - MTTR e MTBF de forma gráfica da máquina 3



Fonte: Acervo da empresa (2018)

A segunda máquina analisada foi a máquina 7. Ela está em segundo em nível de importância para a produção com qualidade junto também seu alto custo. A Tabela 10 representa os dados de MTBF e MTTR da máquina 7.

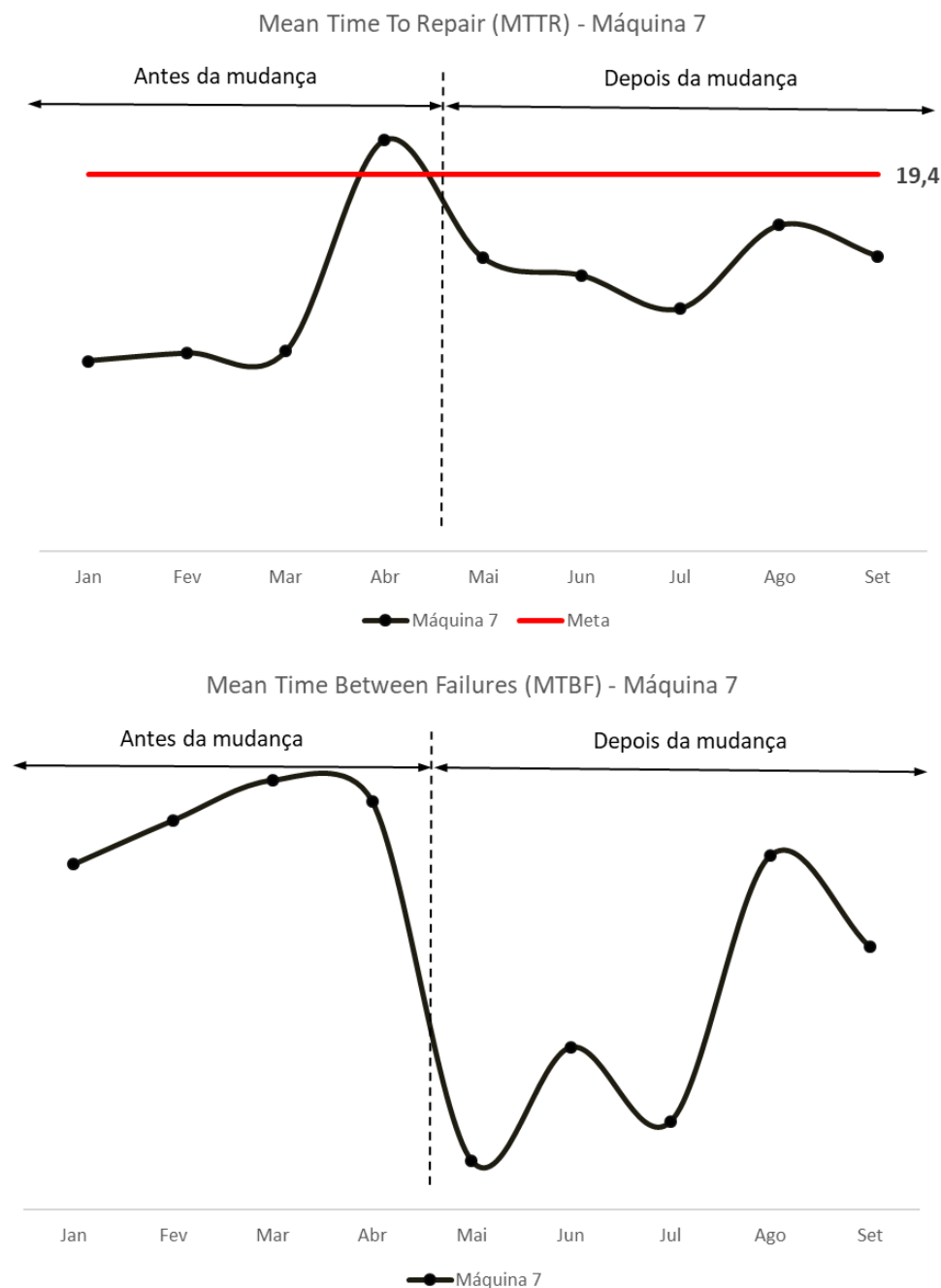
Tabela 10 - Dados de MTBF e MTTR da máquina 7

Máquina	MTBF	11478	12932,7	14259,3	13555,1	1644,7	5412	2944,9	11755,1	8745
7	MTTR	9,8	10,2	10,3	21,2	15,1	14,2	12,5	16,8	15,2

Fonte: Acervo da empresa (2018)

Para melhor visualização dos dados, a Figura 21 demonstra os valores graficamente.

Figura 21 - MTTR e MTBF de forma gráfica da máquina 7



Fonte: Acervo da empresa (2018)

Um caso específico influenciou nos resultados da linha e nos resultados quando analisado apenas para a máquina 7. Os fabricantes desta máquina, de origem italiana, estavam no Brasil para fazer atendimentos e melhorias nas máquinas já instaladas. Por ter um histórico frequentes de falhas e avarias, um técnico da empresa foi alocado 100% do tempo administrativo junto com os fornecedores para criar instruções de trabalho de manutenção, árvores de falha e *check-lists* operacionais desta máquina.

6 CONCLUSÃO

As duas formas de estruturas organizacionais, funcional e matricial, há muito tempo são estudadas na literatura. A empresa em estudo não propôs nenhuma estrutura nova ou com alguma inovação, mas sim, uma mudança já estudada e com resultados positivos comprovados.

Os resultados nos indicadores de confiabilidade em curto prazo não foram satisfatórios para empresa. Os objetivos propostos neste trabalho foram retirados através do *benchmarking* realizado da mudança organizacional de outra unidade da empresa em outro estado. Ou seja, eram esperados que resultados iguais ou próximos fossem atingidos.

Movimentações e mudanças muito drásticas em um ambiente de trabalho podem causar desconfortos em curto prazo. No decorrer deste trabalho foi percebido comentários de insatisfação por parte das equipes de manutenção. Esses boatos, insatisfações e comentários eram comentados e tratados em reuniões com um plano de ação para diminuir o impacto da mudança.

Houveram inúmeros fatores que influenciaram os indicadores de confiabilidade neste período. Os projetos de mudança de final de linha e de produção de novos produtos foram as maiores causas de influência para os resultados negativos. Tais impactos foram constatados nas justificativas de paradas de linha em sistema próprio da empresa e conversas com supervisores.

Mesmo que fatores externos tenham influenciado nos resultados, fatores internos também foram cruciais para não cumprimento dos objetivos. A não utilização de ferramentas de gestão de indicadores foi um impacto significativo que negativaram o MTBF e MTTR. A estratégia definida após a queda dos indicadores de confiabilidade foi a criação de um plano de ação construído após auditoria no segundo semestre de 2018. Nesta auditoria, a unidade caiu 6 pontos percentuais em gestão dentro das linhas, comprovando que a mudança trouxe uma queda de acompanhamento das metas.

O clima dos diretores e gerentes dentro da empresa é de que 2019 será um ano de resultados positivos para a unidade. As metas dos indicadores serão reavaliadas, sistemas novos de gestão e treinamentos já estão previstos em orçamento.

REFERÊNCIAS

BRESCIANI, T. A. **Impacto da utilização do TPM na Era das Máquinas Robóticas**. São Paulo: USP, 2009. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2009.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Prentice Hall, 1983. 249 p.

CUIGNET, Renaud. **Gestão da Manutenção**. Lisboa: Lidel – Edições técnicas Ltda, 2006. 167 p.

DE FELICE, F.; PETRILLO, A. **Optimization of Manufacturing System through World Class Manufacturing**. Elsevier, 2015.

DE FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. **Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry**. InTech: Open Science Open Minds. 2013.

DONAS, M. L. M. **A gestão da manutenção de equipamentos em uma instituição pública de C&T em saúde**. Mestrado profissional em gestão de C&T em saúde. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2004.

ELPIDIO, R. et al. A world class manufacturing implementation model. **Applied Mathematics In Electrical And Computer Engineering**. Itália, p. 371-376. Jan. 2012.

FARIA, J. G. DE A. **Administração da manutenção**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1994. 112 p.

FIDELIS, N. T. S.; RESENDE, A. A.; GUIMARAES, M. P.; TANNUS, S. P. **O papel da manutenção autônoma no processo de implantação da TPM em uma empresa do setor automobilístico**. Fortaleza: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GHALAYINI A.M.; NOBLE J.S. **The changing basis of performance measurement**, *Int. J. Operations & Production Management*. (1996) p. 63–80.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 3. ed. ver. e apl., 2009.

KARDEC, Alan. **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2002. 120 p.

KARDEC, A; RIBEIRO, H. **Gestão Estratégica e manutenção autônoma**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2002.

KIRAN, D. R. **Total Quality Management. Key Concepts and Case Studies**. Elsevier, 2017. p. 177 – 192.

KISTER, T. C.; HAWKINGS, B. **Maintenance planning and scheduling handbook: streamline your organization for a lean environment**. Burlington: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. 332 p.

MOBLEY R. K. **Maintenance Engineering Handbook**. 7ed. New York: Mc GrawHill, 2008.

MURATA K.; KATAYAM H. **An evaluation of factory performance utilized KPI/KAI with data envelopment analysis** *Journal of the Operations Research Society of Japan*. Vol. 52, No. 2, p. 204-220, 2009.

PALUCHA K., 2012. **World Class Manufacturing model in production management**. *Archives of Materials Science and Engineering*. Vol. 58 (2).

SHIROSE, K. **TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries** *Productivity Press*. Portland, Oregon, 1996.

SIGISMONDI, P.L.; MIATELLO, R. **WCM Way: A quick guide to WCM programme**. Unilever, 2014.

VALERIANO, D.L. **Gerenciamento Estratégico e Administração por Projetos**. São Paulo: Makron Books, 2001.

VASCONCELOS, E. **Administração em Ciência e Tecnologia**. In: MARCOVITCH, J. (Coord). *Administração em Ciência e Tecnologia*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1983.

VIANA, H.R.G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualimark Ed., 2002. 192 p. ISBN 85-73037-91-1 2002.