

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

MARCIO ALEXANDRE LOPES JUNIOR

METODOLOGIA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS LOGÍSTICOS BASEADA NO
WORLD CLASS MANUFACTURING

Joinville

2019

MARCIO ALEXANDRE LOPES JUNIOR

METODOLOGIA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS LOGÍSTICOS BASEADA NO
WORLD CLASS MANUFACTURING

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de bacharel no Curso de
Graduação em Engenharia de Transportes e
Logística do Centro Tecnológico de Joinville da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Janaina Renata Garcia.

Joinville

2019

AGRADECIMENTOS

O término deste Trabalho de Conclusão de Curso não seria possível sem o apoio e incentivo de algumas pessoas que contribuíram para o fechamento desta etapa em minha vida, tanto pessoal como profissional.

Deste modo, agradeço:

À professora Doutora Janaína Renata Garcia, pela disponibilidade e pelos conselhos em relação ao desenvolvimento deste trabalho e a vida profissional.

Aos demais professores pelos ensinamentos e que a cada etapa da graduação incentivaram de alguma forma minha formação.

Aos colegas que fiz na instituição, pelo papel fundamental que permitiram atingir este objetivo.

Aos meus pais, Marcio Alexandre Lopes e Nadia Regina Fernandes, e meu irmão Mauricio Fernandes Lopes por todo o incentivo e apoio. Por nunca terem me deixado desistir e por acreditarem em mim, incentivando sempre a lutar pelos meus objetivos e mostrando que essa era somente uma etapa que deveria ser cumprida. Obrigado por tudo.

Finalmente a minha companheira Fabrina Maria Soares Tiburcio, pelo amor, carinho, compreensão e paciência durante todo esse trabalho e vida acadêmica.

Agradeço a todos, obrigado.

“...e nada de Lopes Junior nas referências...”

Garcia, 2019

RESUMO

Os equipamentos logísticos são responsáveis por toda movimentação de materiais dentro de uma fábrica, o que exige uma boa gestão de manutenção, buscando garantir a máxima disponibilidade e eficiência. Este trabalho tem por objetivo desenvolver uma metodologia de gestão de equipamentos logísticos, baseada nos conceitos de WCM, em uma empresa se compressores de refrigeração. O desenvolvimento da metodologia foi aplicado através de sete passos que buscam a implementação correta do método. Para tal atividade, a integração entre cliente e fornecedor se faz necessária, uma vez que o WCM estipula a meta de zero quebras e controle total dos equipamentos. O estudo de caso foi aplicado durante o primeiro semestre de 2019 e executou a aplicação total da metodologia, colhendo resultados satisfatórios de sua aplicação. O papel do fornecedor na empresa foi modificado, aplicando inteiramente os conceitos de WCM e ferramentas de gestão, buscando melhorar a qualidade do serviço prestado e resultados obtidos pela empresa. Por fim este trabalho apresenta um comparativo entre os cenários de execução da metodologia e permite uma comparação entre o período antes e após a aplicação, comprovando ganhos financeiros e operacionais.

Palavras-chave: World Class Manufacturing. Melhoria Contínua. Gestão de Equipamentos.

ABSTRACT

Logistic equipment is responsible for all material handling inside a factory, which requires a good maintenance management, seeking to guarantee maximum availability and efficiency. This work aims to develop a methodology for the management of logistic equipment, based on the concepts of WCM, in a company of refrigeration compressors. The development of the methodology was applied through seven steps that seek the correct implementation of the method. For this activity, the integration between client and supplier becomes necessary, since the WCM stipulates the goal of zero breaks and total control of the equipment. The case study was applied during the first semester of 2019 and executed the total application of the methodology, reaping satisfactory results of its application. The role of the supplier in the company was modified, fully applying the concepts of WCM and management tools, seeking to improve the quality of service provided and results obtained by the company. Finally, this work presents a comparison between the methodology execution scenarios and allows a comparison between the period before and after the application, proving financial and operation gains.

Keywords: World Class Manufacturing. Continuous Improvement. Equipment Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia de Suprimentos.	17
Figura 2 - Movimentação de materiais.	18
Figura 3 - Ciclo PDCA.	24
Figura 4 - Estrutura de WCM.	26
Figura 5 - Templo do WCM.	27
Figura 6 - Fluxograma da pesquisa.....	35
Figura 7 - Diagrama de Causa e Efeito Aplicado.	46
Figura 8 - Comparativo entre causas.	47
Figura 9 - Classificação ABC de equipamentos e peças.	48
Figura 10 - Fluxo de atividades desenvolvido para a gestão de equipamentos.	50
Figura 11 - Plano de atividades.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sete Ferramentas da Qualidade.....	23
Quadro 2 - Pilares Técnicos WCM.....	28
Quadro 3 - Pilares Gerencias WCM.....	29
Quadro 4 - Ferramentas WCM.....	31
Quadro 5 - Categorias de equipamentos levantadas.....	39
Quadro 6 - Variações de equipamentos atual.....	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Divisão de fornecedores de equipamentos.....	38
Gráfico 2 - Divisão dos equipamentos utilizados.....	40
Gráfico 3 - Gastos com manutenção.....	41
Gráfico 4 – Relação de impacto no custo total de manutenção.....	43
Gráfico 5 - Entrada em manutenção no semestre.....	55
Gráfico 6 - Custos de manutenção no semestre.....	56
Gráfico 7 - Comparativo de disponibilidade dos equipamentos.....	56
Gráfico 8 - Comparativo propostas BID.	58

LISTA DE ABREVIATURAS

WCM	World Class Manufacturing
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
JIT	Just in Time
TQC	Total Quality Control
CWQC	Company Wide Quality Control
TPM	Total Productive Maintenance
PDCA	Plan, Do, Check, Act
TIE	Total Industrial Engineering
SAF	Safety
CD	Cost Deployment
FI	Focused Improvement
AA	Autonomous Activities
AM	Autonomous Maintenance
WO	Workplace Organization
PM	Professional Maintenance
QC	Quality Control
LCS	Logistics and Customer Service
EEM	Early Equipment Management
EPM	Early Product Management
PD	People Development
ENE	Environment and Energy
KPI	Kay Performance Indicator
KAI	Kay Activities Indicator
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean time to Repair

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 Objetivo Geral.....	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS	16
2.2 MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS.....	18
2.2.1 Manutenção de equipamentos.....	19
2.2.2 Terceirização da Manutenção.....	20
2.3 GESTÃO DA QUALIDADE	21
2.3.1 Just in Time – JIT e Produção Enxuta	21
2.3.2 Controle Total da Qualidade – TQC.....	22
2.3.3 Manutenção Produtiva Total – TPM	23
2.3.4 Melhoria Contínua.....	24
2.4 WORLD CLASS MANUFACTURING – WCM.....	25
2.4.1 Pilares.....	27
2.4.1.1 Pilares Técnicos	28
2.4.1.2 Pilares Gerenciais.....	29
2.4.2 Medidas e Avaliação de Desempenho.....	30
2.4.3 Ferramentas de Apoio	31
2.5 CONSIDERAÇÕES.....	32
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	34
3.1 ETAPAS DA PESQUISA	34
4 ESTUDO DE CASO	37

4.1 PASSO 0 – ATIVIDADES PRELIMINARES	38
4.1.1 Equipamentos Logísticos.....	38
4.1.2 Manutenção	41
4.1.3 Base de dados.....	41
4.2 PASSO 1 E 2 – IDENTIFICAR E DETECTAR ONDE OS PROBLEMAS ESTÃO	42
4.3 PASSO 3 – PRIORIZAR DE ACORDO COM O DESDOBRAMENTO DE CUSTOS.....	43
4.4 PASSO 4 – ANALISAR E ESCOLHER OS MÉTODOS E FERRAMENTAS CORRETOS	43
4.4.1 Kaizen.....	44
4.4.2 5G.....	44
4.4.3 5W2H.....	45
4.4.4 Diagrama de Causa e Efeito	46
4.4.5 5S	47
4.4.6 Classificação ABC de Máquinas.....	48
4.4.7 Ciclo de Limpeza, Inspeção, Manutenção e Controle.....	49
4.4.8 Kanban.....	49
4.4.9 Procedimento de Operação Padrão – SOP	49
4.4.10 Considerações.....	50
4.5 PASSO 5 – ESTIMATIVA DE CUSTOS DA SOLUÇÃO.....	51
4.5.1 BID de equipamentos e serviço de manutenção	52
4.6 PASSO 6 – IMPLEMENTAR AS SOLUÇÕES COM RIGOR	53
4.7 PASSO 7 – AVALIAR OS RESULTADOS	53
5 RESULTADOS	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

O processo de movimentação interna de materiais é responsável pela busca por matéria prima, abastecimento de linhas de produção e a movimentação de produtos acabados para áreas de armazenagem. Assim, o transporte de materiais representa um ponto de grande oportunidade de melhoria, tanto operacional quanto econômica, uma vez que está ligado a todas as etapas de produção.

A competitividade imposta pelo mercado exige que empresas adotem uma posição de redução de custos, ao mesmo tempo que mantem a qualidade dos produtos fabricados. Uma boa prática, amplamente difundida nas organizações, é a eliminação de desperdícios. Corrêa e Corrêa (2017) descreve que eliminar desperdícios significa analisar todas as atividades da fábrica e eliminar as que não agregam valor à produção.

Ao buscar uma redução de custos nos processos de movimentação, uma opção é a terceirização de serviços, onde o principal objetivo é eliminar custos indiretos de fabricação. Ching (2010) detalha que os principais custos compreendidos no processo de movimentação interna de materiais envolvem custo com pessoas (mão de obra operacional e de supervisão) e custos de manutenção e depreciação dos equipamentos de movimentação. É possível dividir os serviços em duas partes, uma focada na operação, diretamente ligada a mão de obra, e outra na manutenção dos equipamentos utilizados.

Segundo Bowersox e Closs (2011), o princípio básico do gerenciamento da cadeia de suprimentos está fundamentado na certeza de que a eficiência pode ser aprimorada por meio do compartilhamento de informações e do planejamento conjunto. Assim, incorporar o fornecedor de equipamentos e serviços no modelo de gestão da organização é fundamental para o bom funcionamento do sistema, permitindo que ambos compartilhem de técnicas de melhoria, por meio de um sistema ganha-ganha.

O ideal é encontrar um ponto de equilíbrio, incorporando ao sistema novos modelos de gestão e novas tecnologias disponível no mercado, ao mesmo tempo em que se mantem os custos e gastos controlados, tornando o sistema rentável e eficiente.

A busca para reduzir custos associados a movimentação de materiais deve estar adequada aos métodos de produção, manutenção e qualidade da organização. Assim, a

aplicação de técnicas e metodologias que visam a melhoria de processos é fundamental para atingir objetivos de redução de custos e eficiência.

Dentre as diversas técnicas e metodologias, o World Class Manufacturing – WCM (Manufatura de Classe Mundial) surge como uma opção de modelo de gestão eficiente e eficaz, que permite desenvolver o sistema de gestão das organizações por meio do envolvimento de todas as pessoas e níveis da organização.

1.1 OBJETIVOS

Neste tópico são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar uma metodologia de gestão de equipamentos logísticos em uma fábrica de compressores localizada na cidade de Joinville – SC baseada no WCM.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Organizar dados referentes a situação atual dos equipamentos utilizados;
- Desenvolver a partir da análise realizada, melhorias no processo de gestão dos equipamentos;
- Aplicar a metodologia de gestão de equipamentos desenvolvido no processo de análise;
- Avaliar os resultados obtidos com a mudança de gestão;
- Comparar os resultados de desempenho antes e depois da implantação do sistema.

1.2 JUSTIFICATIVA

Yamashina (2014) afirma que uma empresa não pode simplesmente cortar custos para se tornar competitiva em um nível de classe mundial, é necessário investir os recursos nas áreas certas para aumentar seu diferencial competitivo. Assim, o WCM busca identificar facilmente

os problemas de acordo com seus custos e incentivar os colaboradores a resolver tais problemas aplicando as ferramentas corretas.

Este trabalho reflete a necessidade de eliminação de custos ao aplicar a metodologia WCM de forma correta, melhorando a qualidade do serviço prestado por fornecedores ativos na empresa, desenvolvendo uma política de melhoria contínua com foco em aprimorar as condições de trabalho, segurança, controle de gastos e desenvolvimento de recursos.

Para o autor, este estudo apresenta grande contribuição e interação com sua atividade na empresa alvo deste estudo, que iniciou a implantação do WCM em 2013 e hoje utiliza o método em todas as plantas ao redor do mundo. Os conhecimentos adquiridos e desenvolvidos ao longo do estudo possibilitaram ao autor crescimento intelectual e profissional, uma vez que hoje diversas empresas buscam no WCM um modo de melhorar suas operações.

Além da justificativa profissional, este trabalho permite aplicar o desenvolvimento teórico das habilidades de um Engenheiro de Transportes e Logística formado pela Universidade Federal de Santa Catarina. O Projeto Pedagógico de Engenharia de Transportes e Logística descreve que o profissional graduado tem a capacidade de:

- Interpretar e solucionar problemas de análise econômica de projetos de transporte e logística;
- Resolver problemas que envolvam determinação de viabilidade econômica de alternativas de investimento, depreciação e substituição de equipamentos;
- Planejar e gerenciar uma cadeia de suprimentos de forma eficiente, eficaz e integrada;

Portanto, o presente estudo busca melhorar o sistema de gestão de equipamentos, possibilitando melhoria nas condições de utilização, segurança e redução de desperdícios, aplicando os conceitos aprendidos e aperfeiçoados durante a formação acadêmica.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é dividido em seis capítulos. O primeiro apresenta a introdução ao tema e sua contextualização, objetivos gerais e específicos do estudo e a justificativa do trabalho.

O segundo capítulo é composto pelo referencial teórico, que serviu de base para os conceitos utilizados no trabalho. Os assuntos abordados são: Logística e cadeia de suprimentos, Movimentação de materiais, Gestão da qualidade e Metodologia WCM.

O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada, detalhando as etapas de desenvolvimento do trabalho e os pontos importantes em relação ao desenvolvimento da nova metodologia de gestão.

O quarto capítulo traz o estudo de caso aplicado em uma empresa de compressores de refrigeração, detalhando o processo de construção do modelo de gestão desenvolvido, dividindo em sete passos os processos de implementação.

Ao final, os últimos dois capítulos são compostos pelos resultados e considerações finais a respeito do modelo de gestão proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo dedica-se ao desenvolvimento dos conceitos e metodologias que apoiam a compreensão do tema abordado na análise deste trabalho. São apresentados os conceitos relativos à Logística e Cadeia de Suprimentos, direcionando o entendimento dos meios de movimentação de materiais e a forma como esta atividade está inserida na cadeia de suprimentos.

No decorrer do capítulo, o tema Gestão de Qualidade é abordado, apresentando a evolução dos conceitos existentes e mostrando a transformação proposta por cada um dos itens descritos, apresentado ao final uma contextualização com o principal tema deste trabalho, World Class Manufacturing.

2.1 LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS

O conceito de Logística teve sua origem nas operações militares, com o objetivo de deslocar tropas e suprimentos no tempo e local necessário. Ballou (2006) exemplifica isso ao citar que o primeiro livro-texto a sugerir os benefícios da gestão logística, publicado em 1961, situa a logística em um contexto militar, descrevendo-a como um ramo da ciência militar que lida com a obtenção, manutenção e transporte de material, pessoal e instalações.

Entretanto, a logística trata de mais assuntos e problemas além da movimentação de tropas e suprimentos, sendo necessário uma definição que englobe suas características principais.

Criado em 1962, o *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)*, maior organização de profissionais de logística, descreveu uma representação mais abrangente:

Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes (CSCMP apud BALLOU, 2006, p.27).

Para Christopher (2011), logística pode ser definida como:

Processo de gestão estratégica da aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e estoques finais (e os fluxos de informação relacionados) por meio da organização e seus canais de comercialização, de tal forma que as rentabilidades atual e futura sejam maximizadas através da execução de pedidos, visando custo-benefício (CHRISTOPHER, 2011, p.2).

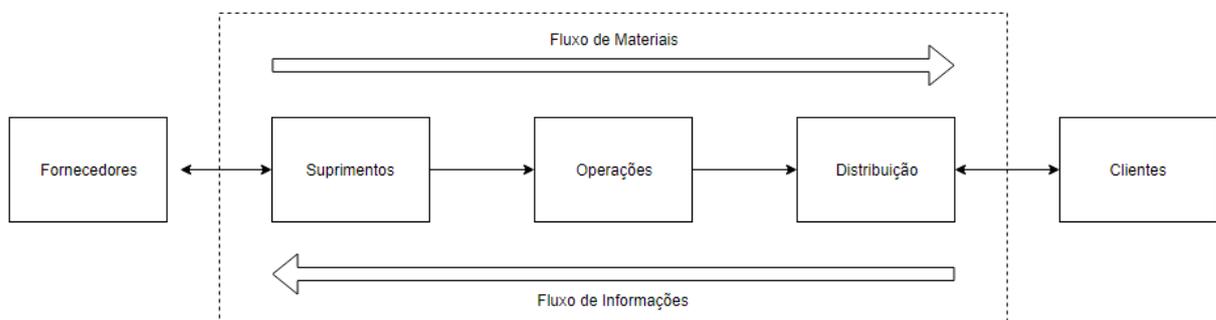
Todas as definições focam na integração, e apresentam que a preocupação com a logística e o transporte sempre fizeram parte das atividades do ser humano. A logística evoluiu gradativamente, junto com o significado da palavra.

As atividades da logística incluem a gestão de todos os modais de transportes, armazenagem e manuseio de materiais, atendimento de pedidos e clientes, gerenciamento de estoques, demanda e serviços, planejamento e programação da produção.

De acordo com Ballou (2006), analisando a definição de logística, pode-se entender que se trata de um processo, o que significa que inclui todas as atividades importantes para a disponibilização de bens e serviços aos clientes. Assim, a logística se torna parte do processo da cadeia de suprimentos e não o processo inteiro.

A integração entre as operações internas, fornecedores e clientes é a base de uma cadeia de suprimentos bem estruturada. Bowersox e Closs (2011) descrevem que a integração entre estas três fases é a base do gerenciamento da cadeia de suprimentos que visa a total eficácia no ambiente competitivo. A Figura 1 apresenta esta relação entre operações, fornecedores e clientes.

Figura 1 - Cadeia de Suprimentos.



Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2011, p. 99).

Novaes (2007) descreve a cadeia de suprimentos como o longo caminho que se inicia nas fontes de matéria-prima, passa pelas fábricas dos componentes, pela manufatura do produto, pelos distribuidores e chega finalmente ao consumidor final por meio de varejistas.

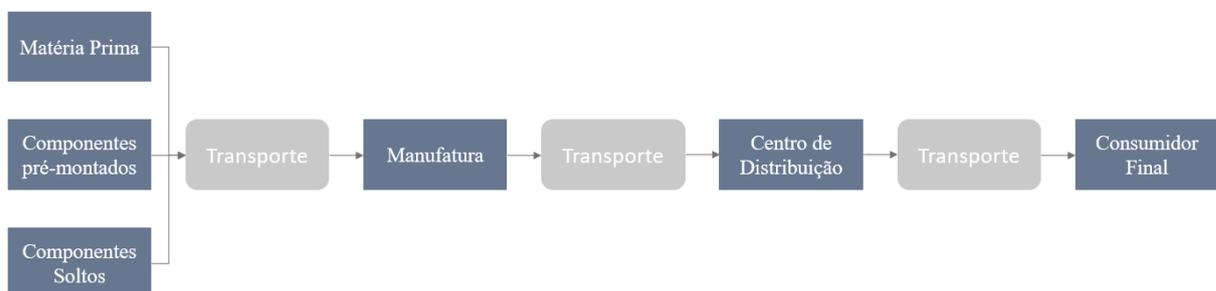
Segundo Chopra e Meindl (2016), uma cadeia de suprimentos engloba todos os estágios envolvidos, direta ou indiretamente, no atendimento de um pedido de um cliente. A cadeia de suprimentos não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas também transportadoras, depósitos varejistas e os próprios clientes onde, dentro de cada organização, a cadeia de suprimentos inclui todas as funções envolvidas no pedido do cliente, como operações, marketing, distribuição e serviços de atendimento ao cliente.

Ballou (2006) afirma que a Cadeia de Suprimentos pode ser entendida como um conjunto de atividades funcionais, que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor. Durante cada uma destas etapas o processo da cadeia de suprimentos se renova, onde o consumidor final se torna fornecedor e o processo de movimentação de matérias se reinicia.

2.2 MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

A movimentação de materiais engloba toda movimentação realizada na cadeia de suprimentos que se estende desde o fornecedor de matéria prima, destinada à fabricação de um determinado produto até o consumidor final (Figura 2).

Figura 2 - Movimentação de materiais.



Fonte: Adaptado de Novaes (2007, p. 220).

Segundo Bowersox e Closs (2011) o transporte de materiais é necessário para movimentar os produtos até a próxima fase de produção, ou até o local mais próximo do cliente final, independente da forma que o produto se encontra.

Assim, o processo de movimentação de materiais, está inserido em todas as etapas da cadeia de suprimentos, sendo responsável por toda movimentação de componentes entre as etapas do processo produtivo.

Toda movimentação de materiais depende da utilização de equipamentos corretos. Ballou (2006) descreve que a definição do equipamento se dá pelo grau de uso especializado e pela extensão de força manual para operá-lo, dividindo em três categorias: manual, misto (com auxílio de energia) e totalmente mecanizados.

Além da escolha correta dos equipamentos responsáveis pela movimentação de materiais, a garantia da disponibilidade destes equipamentos é necessária para garantir o nível de serviço adequado. Assim, a manutenção de equipamentos, representa um ponto crítico na gestão de equipamentos logísticos.

2.2.1 Manutenção de equipamentos

O objetivo dos equipamentos de movimentação é permitir que o material transportado seja movimentado com o maior ganho possível de tempo e agilidade, com segurança e com o menor nível de avarias ao material transportado. Tal objetivo somente se torna possível com uma gestão de manutenção apropriada. Segundo Almeida e Souza (2001) as ações de manutenção devem ser divididas em três grupos conforme os seguintes conceitos:

- Manutenção Preventiva: Efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios pré-definidos. É destinada a reduzir a probabilidade de falha ou da degradação do funcionamento de um item.
- Manutenção Corretiva: Efetuada após a ocorrência de uma falha, buscando recolocar um item em condições de executar uma função desejada. Dentro desta etapa estão compreendidos falhas operacionais e desgastes naturais.
- Manutenção Preditiva: Busca garantir uma qualidade de serviço desejada, com foco na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando meios de supervisão ou amostragem, propondo reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e reduzir a manutenção corretiva.

Métodos e práticas que visam a qualidade total podem e devem ser utilizados como ferramentas para buscar a indisponibilidade mínima dos equipamentos, reduzindo assim impactos de produção e abastecimento.

2.2.2 Terceirização da Manutenção

Para Christopher (2011) o princípio da terceirização de etapas de produção ou serviços internos permite a organização focar cada vez mais nas atividades da cadeia de valor. Novaes (2007) afirma que a terceirização dos serviços nas organizações se deve pela maior complexibilidade dos sistemas logísticos e pela concentração, por parte das organizações, nas atividades centrais, conhecidas como *core competence*.

Outsourcing é uma denominação utilizada e difundida para as atividades terceirizadas. Segundo Albertin e Sanchez (2008) no outsourcing, as organizações transferem para um prestador de serviços a responsabilidade pela realização de tarefas até então desempenhadas internamente e com recursos próprios.

Segundo Ballou (2006), decidir entre desempenhar a atividade ou buscar por um serviço externo depende de um equilíbrio entre dois fatores, o grau de importância da atividade para o sucesso da organização e quão competente é a empresa que realizará o serviço. Estes dois pontos formam como o projeto de terceirização deve ser moldado, buscando possibilitar o maior benefício possível.

A terceirização apresenta diversos benefícios para as organizações. Ballou (2006) descreve os principais benefícios em relação a terceirização, tais como: redução de custos e menores investimentos de capital; acesso a novas tecnologias e habilidades gerenciais; vantagens competitivas; redução de riscos e incertezas; acesso incrementado à informação útil para o planejamento.

A diferença entre simplesmente subcontratar recursos e buscar o outsourcing está no envolvimento estratégico em relação a esta mudança. Albertin e Sanchez (2008) descrevem que o objetivo é alcançar uma vantagem operacional pré-definida, trabalhando questões de redução de custos ou pessoal.

Segundo Christopher (2011) quanto mais próxima a relação entre cliente e fornecedor, mais provável é o fato de que a experiência de ambas as partes possa ser aplicada para benefício mútuo. A ideia é considerar o fornecedor como uma parte das operações do cliente, aplicando métodos de melhoria e buscando a excelência de ambas as organizações.

A eliminação de uma atividade que não agrega valor ao produto final está diretamente ligada aos princípios de eliminação de desperdícios propostos pelos métodos de controle total de qualidade e sistema de produção enxuta.

2.3 GESTÃO DA QUALIDADE

Corrêa e Corrêa (2017) descrevem que a qualidade é formada durante o processo de produção, onde as ações de qualidade devem ser simultâneas aos processos, com participação ativa da mão de obra que produz. Os autores adotam duas definições: qualidade são as características dos produtos que atendem às necessidades dos clientes e, portanto, promovem a satisfação com o produto, além desta, qualidade consiste na ausência de deficiências.

Os custos logísticos, uma vez despendidos, não podem ser recuperados (BOWERSOX E CLOSS, 2011, p. 50), assim o controle dos custos da qualidade, conforme definição de Corrêa e Corrêa (2017) devem ser classificados, registrados e analisados, com objetivo de priorizar as necessidades e identificar as oportunidades de redução de custos. Custos relacionados a falhas, avaliação e prevenção auxiliam no processo da definição das medidas de desempenho da qualidade.

Christopher (2011) descreve que a logística é um conceito integrador com objetivo de desenvolver uma visão de todo o sistema da empresa. Englobar métodos de melhoria, com foco em qualidade é um conceito de planejamento, que visa criar uma estrutura de desenvolvimento na empresa, tornando assim os ciclos de melhoria contínua eficientes. Assim como o conceito de logística, os diversos métodos de melhorias evoluíram com o decorrer dos anos.

2.3.1 Just in Time – JIT e Produção Enxuta

O Just in Time (JIT) surgiu no Japão, durante o período pós-Segunda Guerra Mundial, sendo sua ideia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company, que buscava um sistema de administração que pudesse coordenar, precisamente, a produção com a demanda específica com o mínimo atraso (CORRÊA E CORRÊA, 2017, p. 489).

Segundo Ching (2010), no JIT, o produto é solicitado quando necessário, e o material é movimentado para produção quando e onde necessário. O sistema é ligado diretamente ao modelo de produção *make to order* (sob encomenda).

Segundo Bowersox e Closs (2011) o modelo de produção JIT visa alcançar o investimento zero em estoques ociosos, isso significa entregas altamente confiáveis e capazes de garantir a qualidade do sistema.

O JIT agrega valor para a organização, uma vez que visa identificar os problemas fundamentais e gargalos, ao mesmo tempo em que elimina perdas e desperdícios, processos complexos e implementa sistemas e procedimentos. Assim, segundo Corrêa e Corrêa (2017) o

JIT é uma filosofia que inclui aspectos de administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

Corrêa e Corrêa (2017) descrevem uma evolução do conceito JIT, sendo conhecido como produção enxuta ou “*lean production*”, que mantem os conceitos básicos do modelo JIT. Tubino (2015) descreve a produção enxuta como uma estratégia de produção focada na diferenciação, baseada em um conjunto de práticas, oriundas do modelo JIT, cujo objetivo é melhorar continuamente o sistema produtivo, eliminando atividades que não agregam valor ao cliente.

2.3.2 Controle Total da Qualidade – TQC

Apresentado por Armand Feigenbaum em 1951, o conceito de TQC - Controle Total de Qualidade, do inglês *Total Quality Control*, é um sistema que busca integrar dentro de uma organização os diversos esforços para a busca da qualidade. Segundo Feigenbaum a definição de TQC é:

O Controle Total de Qualidade é um sistema efetivo para integrar os esforços dos vários grupos dentro de uma organização, no desenvolvimento da qualidade, na manutenção da qualidade e no melhoramento da qualidade, de maneira que habilite marketing, engenharia, produção e serviço com os melhores níveis econômicos que permitam a completa satisfação do cliente (FEIGENBAUM apud CORRÊA E CORRÊA, 2017, p. 139).

A definição deixa clara a necessidade de integração entre os diversos setores de uma organização. Segundo Corrêa e Corrêa (2017) Kaoru Ishikawa, iniciou o movimento CWQC – *Company Wide Quality Control* (Controle da Qualidade para Toda a Empresa), em muitos pontos semelhante ao TQC, onde são utilizadas sete ferramentas (Quadro 1) que podem ser aplicadas na organização e todos são incentivados a usá-los.

Quadro 1 - Sete Ferramentas da Qualidade.

Ferramentas	Descrição
Diagrama de Processo	Mapeia processos explicitamente, listando todas as fases do processo de forma simples, com rápida visualização e entendimento.
Análise de Pareto	Objetivo de classificar em ordem decrescente os problemas que produzem os maiores efeitos e atacar esses problemas inicialmente.
Diagrama de Causa-Efeito	Objetivo de apoiar o processo de identificação das possíveis causas-raízes de um problema.
Diagrama de Correlação	Exploram correlações entre os problemas e o tempo, ou entre os problemas e suas possíveis causas. Objetivo de transformar em informações uteis os dados existentes.
Histograma	Forma gráfica para apresentar dados a respeito de uma observação, levando em conta a frequência de ocorrências.
Carta de controle do processo	Gráficos que acompanham o desempenho de processos com intuito de mantê-los sob controle.
Folhas de Verificação	Tentam garantir que as informações das outras ferramentas não sejam perdidas.

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2017, p. 171).

2.3.3 Manutenção Produtiva Total – TPM

O conceito de TPM – Manutenção Produtiva Total, do inglês *Total Productive Maintenance* abrange um vasto conjunto de atividades de manutenção que, segundo Almeida e Souza (2001), visam melhorar o desempenho e a produtividade dos equipamentos, atingindo o máximo rendimento.

O objetivo é garantir o funcionamento dos equipamentos através de atividades de manutenção. Almeida e Souza (2001) listam cinco pontos chaves para este processo:

- Criar uma cultura coletiva ligada à obtenção da máxima eficiência em todo o processo produtivo;
- Estar presente em todos os aspectos da empresa;
- Estabelecer um sistema de detecção e prevenção das perdas produtivas, atingindo o patamar de zero defeitos, zero quebras e zero acidentes;
- Incentivar as iniciativas dos próprios operadores na busca de solução dos problemas;
- Reforçar as atribuições para que de forma autônoma se iniciem as ações de manutenção.

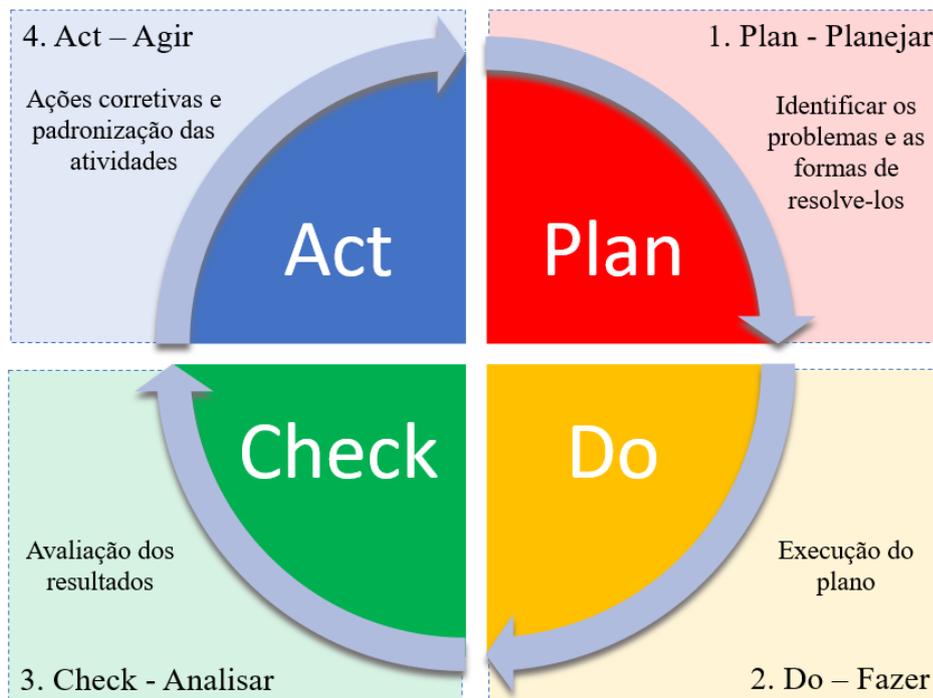
Para atingir a eficiência global dos equipamentos, o TPM visa eliminar as perdas que prejudicam a operação, tornando o rendimento operacional máximo.

2.3.4 Melhoria Contínua

Segundo Corrêa e Corrêa (2017), a melhoria contínua, ou *kaizen*, é uma abordagem evolutiva, incremental e radical, tendo como objetivo incentivar os colaboradores a usar continuamente as ferramentas da qualidade para procurar maneiras de melhorias nos processos existentes.

O ciclo PDCA (Figura 3), derivado das iniciais Plan, Do, Check e Act (Planeje, Faça, Verifique e Aja) serve de base para os planos de melhoria contínua das operações. Corrêa e Corrêa (2017) descrevem que a partir da identificação do problema ou de uma oportunidade de melhoria, as várias fases deste processo são cumpridas em sequência e continuamente, reiniciando o processo a cada novo ciclo.

Figura 3 - Ciclo PDCA.



Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2017, p. 138).

Segundo Tubino (2015) os problemas dentro de uma organização não devem ser escondidos ou omitidos, mas sim vistos como uma oportunidade de melhoria do sistema. Se faz

necessário expor quais melhorias são necessárias e os locais onde devem ser realizadas, tornando o processo de melhoria contínua mais eficiente e eficaz.

Corrêa e Corrêa (2017) apresentam uma classificação dos sete desperdícios criada por Shigeo Shingo:

- Desperdício de Superprodução: hábito de produzir antecipadamente à demanda;
- Desperdício de Espera: espera do material para ser processado;
- Desperdício de Transporte: a atividade de transporte e movimentação de materiais não agrega valor ao produto;
- Desperdício de Processamento: desperdício dentro do próprio processo produtivo;
- Desperdício de Movimento: movimento excessivo dos operadores e equipamentos;
- Desperdício de Produzir Produtos Defeituosos: problemas de qualidade geram os maiores desperdícios do processo;
- Desperdício de Estoques: além de ocultarem outros tipos de desperdícios, dignificam desperdícios de investimento e espaço.

Tubino (2015) completa esta classificação incluindo um oitavo item denominado Desperdício Intelectual, que consiste na identificação tardia dos problemas, gerando produtos defeituosos, retrabalho e desperdício de conhecimento das pessoas.

Segundo Tubino (2015), um conceito importante é estabelecer metas de desempenho operacionais buscando sempre a sucessão de zeros: zero defeitos, *lead time* zero, lote de produção unitário e quebra zero de equipamentos.

2.4 WORLD CLASS MANUFACTURING – WCM

O World Class Manufacturing – WCM é um sistema de gestão integrada que visa a excelência operacional de toda cadeia produtiva, através da utilização das melhores práticas e métodos de manufatura.

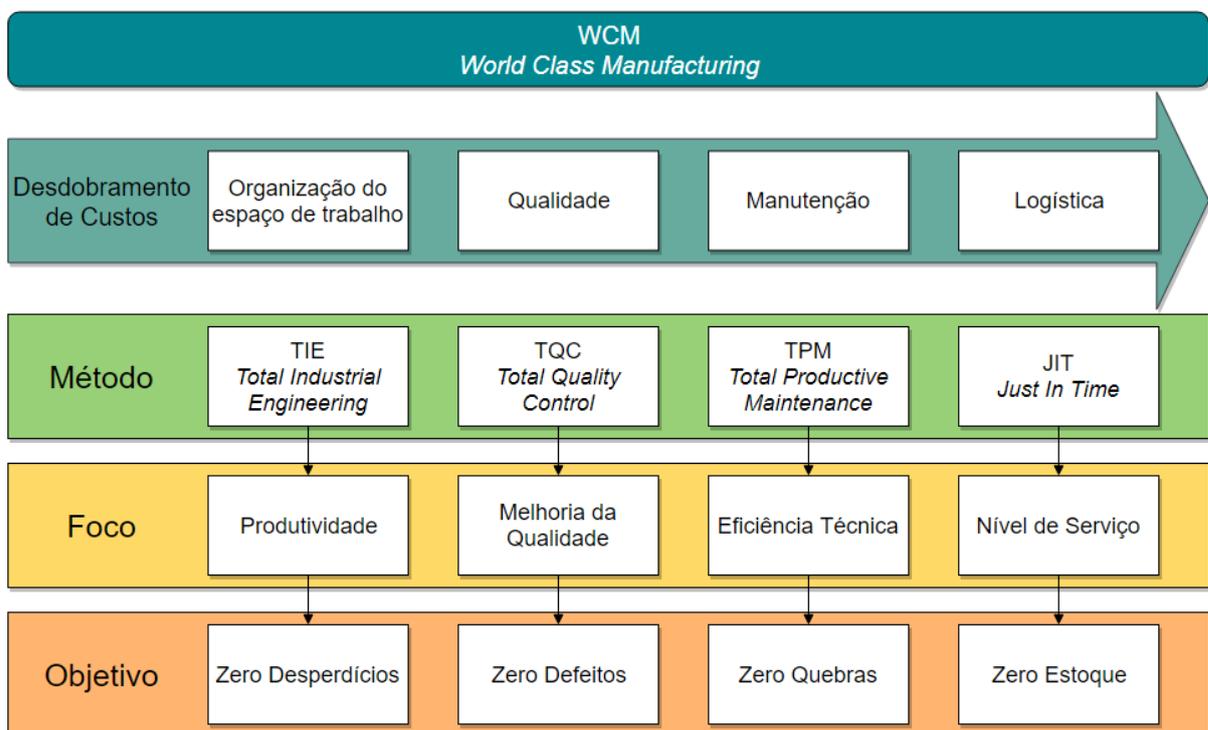
O termo WCM foi introduzido por Hayes Wheelwright em 1984 para descrever as técnicas desenvolvidas por empresas alemãs e japonesas em seus processos. Em 1986 Schonberger empregou o termo de forma mais incisiva, unindo conceitos de *Total Quality Control* e *Just in Time*, por meio dos quais qualquer empresa poderia reduzir seus ciclos de operações e se tornar um Manufatura de Classe Mundial (CORTEZ, 2010).

Hoje, o principal responsável pela difusão deste conceito é o professor emérito da Universidade de Kyoto Hajime Yamashina, que propõe o pilar de desdobramentos de custos

como método de priorizar a redução de perdas. Segundo Yamashina (2014), a metodologia busca identificar o problema e suas perdas bem como o método mais apropriado de tratar o problema e controlar os resultados.

Baseado nos principais métodos de melhoria rápida e contínua, o WCM busca aumentar a produtividade, reduzir o número de quebras e garantir a qualidade do produto, através do envolvimento das pessoas com foco na melhoria contínua e eliminação das atividades que não agregam valor. A Figura 4 representa como a estrutura de WCM funciona.

Figura 4 - Estrutura de WCM.



Fonte: Adaptado de Felice, Petrillo e Monfreda (2013, p. 4).

Segundo Cortez (2010), através de um desdobramento de custos são identificados os principais pontos de desperdícios e perdas, que são ordenados conforme o impacto econômico que cada um representa, priorizando os maiores, que são atacados seguindo o método mais adequado.

Yamashina (2014) descreve que existem sete passos chaves para a implementação de WCM, sendo eles:

1. Identificar os problemas;
2. Detectar onde estão os problemas;
3. Priorizá-los de acordo com o desdobramento de custos;

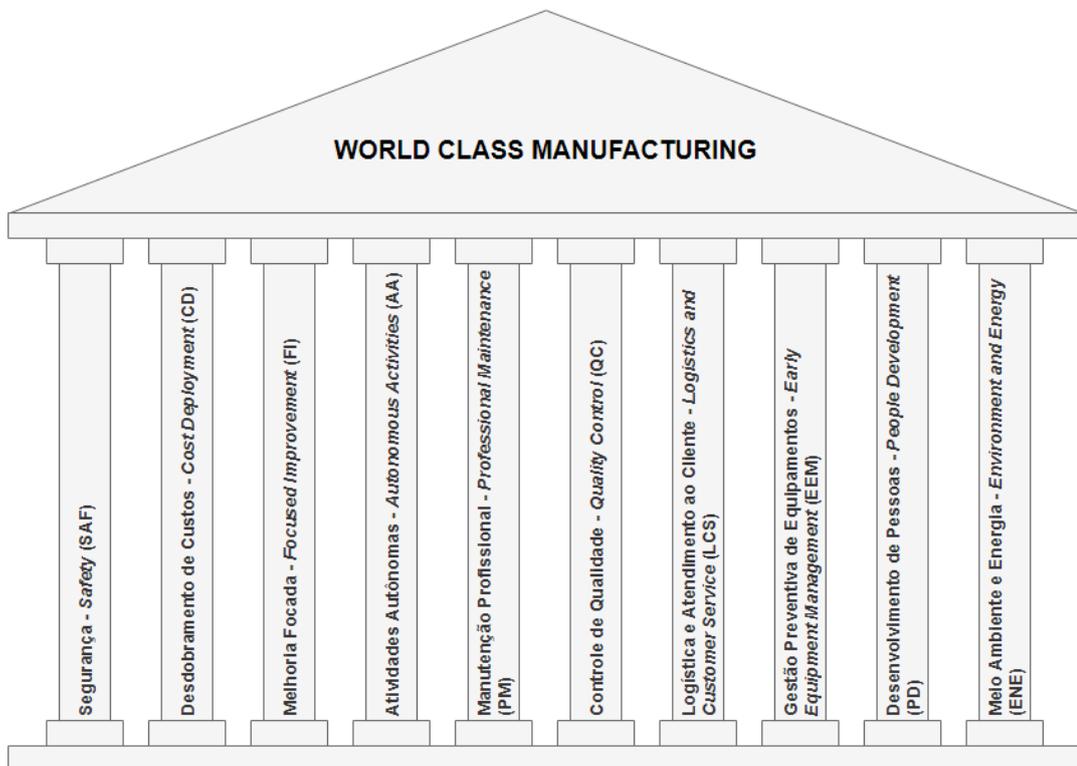
4. Analisar cada um e escolher os métodos e ferramentas corretos;
5. Estimar o custo da solução;
6. Implementar as soluções com rigor;
7. Avaliar os resultados finais de acordo com o objetivo.

Cada passo deve ser seguido, com objetivo de garantir a implementação da metodologia, acompanhando assim a busca da organização pelo nível de excelência. O WCM é formado por pilares, que auxiliam na implantação dos passos descritos anteriormente.

2.4.1 Pilares

Composto por 10 pilares técnicos que são controlados por 10 pilares gerenciais, o WCM pode ser representado pela Figura 5. Denominado “Templo do WCM” a estrutura apresenta que para alcançar o padrão de excelência, é necessário um desenvolvimento paralelo da todos os pilares. Cada pilar é focado em um sistema de produção, utilizando ferramentas apropriadas para alcanças a excelência global.

Figura 5 - Templo do WCM.



Fonte: Adaptado de Palucha (2012, p. 229).

A implementação do WCM é dividida em 7 passos para cada pilar, separadas em 3 fases que abrangem um número determinado de passos conforme o pilar. Segundo Cortez (2010), as fases podem ser divididas em:

- Reativo: Foco na Recuperação, busca corrigir problemas após a sua ocorrência e precisam de intervenção de especialistas;
- Preventivo: Caráter preventivo, onde o próprio operador inspeciona o trabalho e identifica erros e pontos de melhoria.
- Proativo: Antecipação ao surgimento dos problemas, que é feita pela intervenção de times.

Cada uma das fases é desenvolvida e aplicada com o rigor necessário para se obter o máximo rendimento. Somente após um processo de verificação e validação ocorre a evolução de um passo, desenvolvendo assim um princípio de crescimento e evolução. Vale ressaltar que atividades de passos diferentes podem ser realizadas, desde que aplicados de forma correta.

2.4.1.1 Pilares Técnicos

Os pilares técnicos representam os aspectos sobre os quais o WCM se estrutura. Cada pilar apresenta objetivos específicos a serem implementados. No Quadro 2, são apresentados cada pilar técnico e seu respectivo propósito.

Quadro 2 - Pilares Técnicos WCM.

Pilares Técnicos	Propósito
Segurança - <i>Safety</i> (SAF)	Redução do número de acidentes. Desenvolvimento de uma cultura de prevenção. Foco em segurança e ergonomia do local de trabalho.
Desdobramento de Custos - <i>Cost Deployment</i> (CD)	Identifica as principais perdas através de uma matriz de custos. Análise das perdas e ganhos. Repasa informações para todos os pilares.
Melhoria Focada - <i>Focused Improvement</i> (FI)	Ataca as perdas de acordo com a priorização feita por CD. Eliminar ineficiências e atividades que não agregam valor. Suporte metodológico para todos os pilares.
Atividades Autônomas – <i>Autonomous Activities</i> (AA)	Dividido em dois pilares: Manutenção Autônoma – Autonomous Maintenance (AM): Aumento da eficiência do equipamento através da redução e eliminação de quebras. Organização do Posto de Trabalho – Workplace Organization (WO): Melhorias para o posto de trabalho.
“Continuação...”	

Pilares Técnicos	Propósito
Manutenção Profissional - <i>Professional Maintenance</i> (PM)	Colaboração e comprometimento entre manutentor e operador, reduzindo quebras ao aplicar técnicas de análise de falhas. Cultura de práticas de manutenção para prorrogar a vida útil dos equipamentos.
Controle de Qualidade - <i>Quality Control</i> (QC)	Reduzir não conformidades. Aumentar as habilidades dos operadores. Garantir as especificações de qualidade do produto.
Logística e Atendimento ao Cliente - <i>Logistics and Customer Service</i> (LCS)	Garantir a redução de estoque, minimizando a movimentação de materiais e promovendo o abastecimento dos materiais diretamente na linha de produção.
Gestão Preventiva de Equipamentos - <i>Early Equipment Management</i> (EEM) / <i>Early Product Management</i> (EPM)	Garante que novos projetos entreguem equipamentos que tenham as melhores performances. Redução do lead time e do tempo de comissionamento garantindo a implementação de novos equipamentos com melhores performances, facilidade de manutenção e baixo custo.
Desenvolvimento de Pessoas - <i>People Development</i> (PD)	Desenvolver pessoas competentes para cada grau de forma a garantir a implementação do WCM. O pilar garante um sistema estruturado para desenvolver e treinar as pessoas de acordo com as necessidades para cada cargo.
Meio Ambiente e Energia - <i>Environment and Energy</i> (ENE)	Garante o cumprimento dos requisitos da gestão ambiental desenvolvendo a cultura de reduzir o consumo de energia e suas possíveis perdas.

Fonte: Adaptado de Felice, Petrillo e Monfreda (2013, p. 7).

2.4.1.2 Pilares Gerenciais

Os pilares gerenciais buscam indicar o comprometimento que os integrantes e a organização necessitam ter durante as etapas de aplicação da metodologia. No Quadro 3, são ilustrados cada pilar técnico e seu respectivo propósito.

Quadro 3 - Pilares Gerenciais WCM.

Pilares Gerenciais	Propósito
Comprometimento da Gestão	A liderança deve estar 100% comprometida com a implementação e execução das atividades de WCM, sendo responsável por repassar os objetivos para toda a operação, garantindo o envolvimento e comprometimento dos mesmos para alcançar todas as metas.
Objetivos Claramente Definidos	É importante que os objetivos sejam bem definidos e comunicados para todos de forma clara, garantindo que todos os objetivos sejam alcançados.
Plano de Atividades para o WCM	A liderança deve estabelecer um plano de atividades de WCM dividido em etapas. O plano deve estar alinhado com as mudanças do mercado a curto, médio e longo prazo, buscando sempre a satisfação do cliente.
“Continuação...”	

Pilares Gerenciais	Propósito
Alocação de pessoas capacitadas para área modelo	O foco do WCM é o envolvimento e comprometimento das pessoas, garantindo que as pessoas capacitadas estejam alocadas nas áreas modelos para disseminar o <i>know how</i> aos demais envolvidos.
Comprometimento da organização	Trabalho em conjunto com objetivo de resolver todos os problemas.
Competência da organização para aplicação dos métodos e ferramentas	É importante a formação de um time suporte que dissemina o conhecimento dos métodos e ferramentas ao lidar com os desperdícios e perdas. WCM utiliza várias ferramentas de apoio, porém é necessário saber qual utilizar em cada passo, caso contrário, os resultados podem não ser alcançados como o planejado.
Alocação de recursos	Necessidade de planejamento para alocação de recursos, buscando implementar de maneira eficaz e eficiente as melhorias necessárias.
Nível de detalhes	Nível de detalhe estratificado de cada perda com objetivo de encontrar os problemas reais e ataca-los de maneira correta.
Nível de Expansão	Realizado a partir do pilar de CD, a expansão deve prioriza as áreas e equipamentos que trarão maiores impactos com a diminuição dos custos com quebras.
Motivar Operadores	Promove a motivação da operação para que todos os resultados sejam alcançados.

Fonte: Adaptado de Yamashina (2014).

2.4.2 Medidas e Avaliação de Desempenho

Corrêa e Corrêa (2017) caracterizam a medição de desempenho como o processo de quantificar uma ação, onde medição é o processo de quantificação da ação que leva ao desempenho. Tal definição está diretamente ligada a busca em atingir objetivos e a satisfação do cliente, de forma mais eficiente e eficaz que os concorrentes.

Para garantir a implementação da metodologia são adotados métodos e indicadores, que tem por objetivo medir a evolução das melhorias realizadas e a habilidade competitiva de toda a empresa. Assim, cada pilar do WCM possui indicadores de performance (KPI) e indicadores de atividades (KAI) de acordo com seus objetivos.

Segundo Felice, Petrillo e Monfreda (2013), KPI representa um resultado da melhoria do projeto, por exemplo: produtividade, taxa de desempenho do equipamento, taxa de qualidade do produto, tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio de reparos (MTTR). Já KAI é um processo para alcançar uma finalidade de melhoria do projeto, como por exemplo: o número de ciclos de treinamento dos operadores ou número de kaizens.

Segundo Corrêa e Corrêa (2017), os sistemas de avaliação geralmente são desenvolvidos em torno de objetivos de custo, qualidade, flexibilidade, velocidade e

confiabilidade, onde as medidas de desempenho devem estar ligadas aos objetivos estratégicos da organização. À medida que as organizações adotam os princípios do WCM é necessário novos métodos de medição de desempenho para verificar sua melhoria contínua.

2.4.3 Ferramentas de Apoio

Para garantir a eficiência da implementação do WCM, todas as ferramentas tradicionais de análise de dados são utilizadas. Segundo Felice, Petrillo e Monfreda (2013) não é possível utilizar somente uma ferramenta para atingir o nível de desempenho de classe mundial, sendo necessário a aplicação de diversos métodos listados no Quadro 4.

Quadro 4 - Ferramentas WCM.

Ferramenta	Descrição
5G	Metodologia para descrição e análise de uma perda, baseado nos 5 sentidos. A análise é baseada em: Genba (local onde o problema acontece); Genbutsu (lugar onde o problema acontece); Genjitsu (sintomas e seus efeitos); Genri (utilização da teoria geral e dos princípios científicos para resolução do problema); Gensoku (utilização de normas e procedimentos para resolução dos problemas).
Diagrama de Causa e Efeito	Análise onde são levantados os fatores de Método, Mão de Obra, Material e Máquina que podem levar a uma perda do processo. O método ainda pode considerar erros de Meio Ambiente e Medida.
5 S	Usado para alcançar a excelência através da melhoria do local de trabalho em termos de ordem, organização e limpeza. A técnica é baseada em: Seiri (separar e ordenar); Seiton (organizar); Seiso (limpo); Seiketsu (Padronizado); Shitsuke (mantendo e melhorando).
5W2H	Usado para garantir uma análise completa de um problema em todos os seus aspectos fundamentais. As questões correspondentes ao 5W e 2H são: What (O que)? Why (Porque) Where (Onde)? Who (Quem)? When (Quando)? How (Como)? How much (Quanto custa)?
5 Porquês	Usado para analisar as causas de um problema por meio de uma série de perguntas. É aplicado em análises de falhas, anomalias e perdas crônicas.
Etiqueta AM	Etiqueta, adequadamente preenchida, fixada na máquina para identificar qualquer anomalia.
Etiqueta WO	Etiqueta, adequadamente preenchida, para identificar qualquer anomalia no local de trabalho.
Etiqueta PM	Etiqueta, adequadamente preenchida, para identificar qualquer anomalia na manutenção profissional.
“Continuação...”	

Ferramenta	Descrição
Pirâmide de Heinrich	Usado para classificar os eventos que têm impacto na segurança, com fatalidades graves, pequenas, quase acidentes, condições perigosas e práticas inseguras ao longo do tempo.
Etiqueta SAF	Etiqueta, adequadamente preenchida, para identificar qualquer anomalia de Segurança.
Classificação ABC de Máquinas	Usado para separar os itens de maior importância ou impacto, divididos em três níveis: A - Alto Impacto; B - Médio Impacto; C - Sem Impacto.
Ciclo de Limpeza, Inspeção, Manutenção e Controle	Utilizados para atividades de AM, WO e PM
Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA)	Ferramenta para análise de causa e efeito, busca garantir que as causas de falha desapareçam.
Kanban	Tag usada para programação e cronograma de produção.
Kaizen (Quick, Standard, Major, Advanced)	Processo diário, com objetivo que vai além da melhoria contínua, sendo um processo que humaniza o ambiente de trabalho, elimina o trabalho excessivamente difícil.
MURI	Análise Ergonômica do local de trabalho.
MURA	Análise de Operações Irregulares.
MUDA	Análise de Perdas
Diagrama de Espaguete - Spaghetti Chart	Detalha o fluxo real e as distâncias envolvidas no processo de trabalho.
OPL (One Point Lesson)	Técnica que permite um foco simples e eficaz em pouco tempo sobre o objeto de treinamento.
SOP (Standard Operation Procedure)	Procedimento padrão para o trabalho.
Poka Yoke	Técnica de prevenção com objetivo de evitar erros humanos no desempenho de qualquer atividade.
The Way To Teach People (TWTP)	Usado para identificar a existência de condições básicas para os operadores realizarem suas atividades.
Human Error Root Cause Analysis (HERCA)	Usado para identificar a causa raiz de um erro humano.

Fonte: Adaptado de Felice, Petrillo e Monfreda (2013, p. 8).

2.5 CONSIDERAÇÕES

Este capítulo apresentou o referencial teórico de acordo com o levantamento bibliográfico realizado, como parte da fase de desenvolvimento da pesquisa. Sua contribuição para a contextualização dos métodos aplicados no estudo, permitiu relacionar os conceitos teóricos com o estudo de caso.

Como descrito, a logística evoluiu com o passar das décadas, evolução essa que está presente também nos métodos de gestão e qualidade, uma vez que ambos os conceitos estão diretamente relacionados. Metodologias de melhoria contínua e busca pela qualidade total são requisitos básicos para uma organização atingir o nível de excelência global, sendo assim, ferramentas de apoio e desenvolvimento devem ser aplicadas com foco na redução e busca por vantagens competitivas.

O WCM pode ser visto como uma evolução e integração dos diversos métodos de melhoria contínua, adicionando o desdobramento de custos responsável pela priorização de ações. Assim, primeiro são atacadas as perdas que geram mais custos, de forma que a aplicação da metodologia possibilite retorno financeiro para a organização.

A aplicação da metodologia através dos pilares visa garantir a excelência na implementação de WCM, proporcionando a redução de custos, redução de desperdícios e melhoria na qualidade, além de proporcionar melhores condições de trabalho e segurança.

Ao buscar eliminar desperdícios, o bom entendimento do fluxo da empresa permite a organização focar nas suas atividades centrais, aquelas que agregam valor ao produto final, e terceirizar o restante, desenvolvendo assim fornecedores de produtos e serviços.

O fornecedor de serviços necessariamente precisa estar inserido na metodologia do WCM, uma vez que suas atividades são executadas dentro da organização e devem acompanhar os níveis de excelência. Tal relação permite a melhoria na qualidade, compartilhamento de inovação, redução de custos e garantia de redução de erros.

Posteriormente, é descrita a metodologia de desenvolvimento deste estudo, juntamente com o estudo de caso, iniciando pelo levantamento das informações necessárias para compor o cenário inicial, passando por todos os passos de mudança, para ao fim apresentar o novo cenário, com a nova metodologia de gestão definida.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Gil (2002) define pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem por objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é desenvolvida mediante o uso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos.

Do ponto de vista da sua natureza, este trabalho se caracteriza por ser uma pesquisa aplicada, por gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos para solução de problemas específicos.

Segundo Gerhardt e Silveira (2005), do ponto de vista da forma de abordagem do problema, este trabalho é uma pesquisa predominantemente quantitativa, por traduzir em números as informações para depois classificá-las e analisá-las, mas com análises qualitativas inclusas que, preocupam-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados.

Ainda, a pesquisa tem caráter exploratório, por realizar levantamento de dados e análises, apresentando uma solução final. Quanto ao controle de dados, o trabalho pode ser classificado em experimental de campo que segundo Gerhardt e Silveira (2009) é onde são criadas as condições de manipulação dos sujeitos nas próprias organizações.

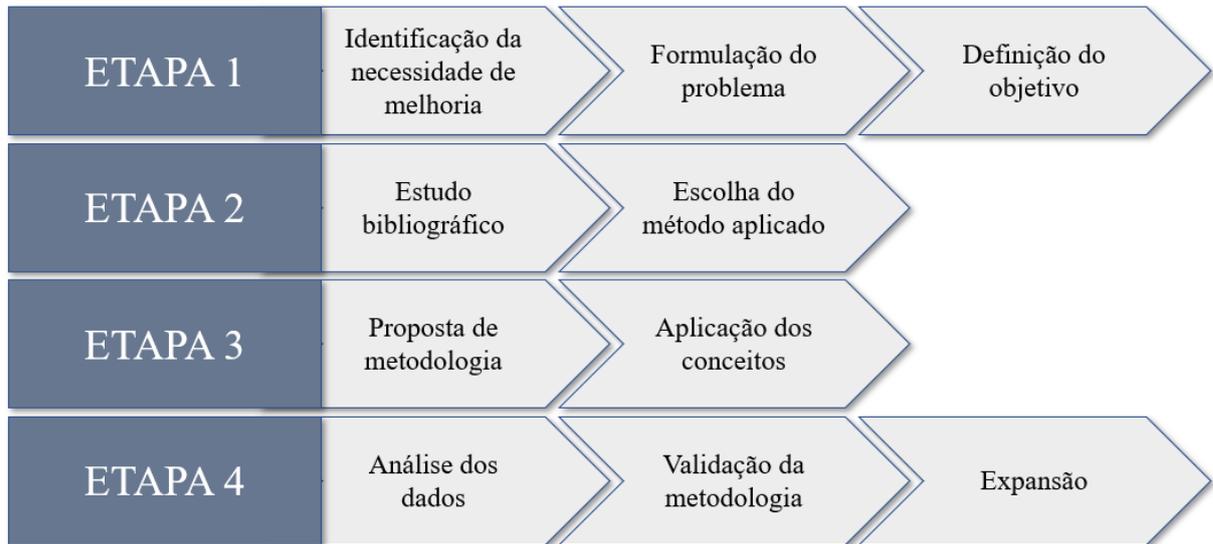
Por fim, o escopo da pesquisa é classificado em estudo de caso, uma vez que o pesquisador realiza uma análise em um local bem definido, neste caso a empresa onde está inserido, acompanhando e analisando o dia a dia e suas operações.

3.1 ETAPAS DA PESQUISA

Esta pesquisa trata de um estudo de caso, onde a gestão de equipamentos em uma empresa de compressores de refrigeração foi analisada sob os conceitos do WCM. A fim de propor um método de gestão que reduza os gastos com manutenção e aproxime o fornecedor dos conceitos seguidos pela empresa, foi desenvolvida uma análise, tendo como base os conceitos de WCM aplicados na empresa alvo do estudo.

O estudo desenvolvido pode ser dividido em 4 etapas, conforme apresentado (Figura 6). Cada etapa é subdividida em alguns passos que tem por objetivo o desenvolvimento da etapa.

Figura 6 - Fluxograma da pesquisa.



Fonte: Autor (2019).

Inicialmente, identificou-se por meio da análise dos resultados de indicadores, um crescente gasto com manutenção dos equipamentos logísticos. Nesta etapa foi decidido que o modo de gestão aplicado era ineficiente e deveria ser acompanhado sobre uma nova ótica. Nesta etapa, pode-se verificar as primeiras dificuldades em relação a gestão dos equipamentos, bem como as oportunidades existentes.

Em seguida, buscou-se na literatura, autores que fornecessem fundamentação teórica para os conhecimentos práticos adquiridos e servissem de alicerce para a modificação de gestão proposta. Diversos autores foram pesquisados, e o resultado pode ser dividido em três categorias descritas a seguir.

A primeira categoria, destinada a pesquisa relacionada a gestão da cadeia de suprimento, autores já renomados como Ronald H. Ballou, Donald J. Bowersox e Antônio Galvão Novaes foram consultados. Na segunda, onde a busca se concentrou em autores com foco em administração e controle de produção, Henrique L. Corrêa, Carlos A. Corrêa e Dalvio F. Tubino foram os principais autores selecionados. Por fim, a terceira categoria é destinada ao WCM, onde a pesquisa teve foco em artigos e publicações recentes, bem como consulta a materiais de estudo disponibilizados pela empresa.

Devido a empresa, alvo deste estudo, aplicar desde 2013 os conceitos de WCM, a metodologia proposta precisou acompanhar tais conceitos. Assim, foi necessário seguir os sete passos de implementação do WCM.

Foi proposto modificar a forma como o conceito de WCM é aplicado na empresa, que trata os equipamentos de movimentação como item integral da fábrica. A nova proposta torna a disponibilidade dos equipamentos um serviço e, portanto, se faz necessária a aplicação de todos os conceitos de WCM, não somente dos pilares técnicos destinados a equipamentos.

Assim, a terceira etapa deste estudo concentrou-se em desenvolver a nova metodologia de gestão dos equipamentos, aplicando os conceitos de WCM de forma abrangente no fornecimento do serviço de locação e manutenção. Nesta etapa foi aplicado o conceito desenvolvido com base na vivência prática na empresa e conhecimentos adquiridos durante a etapa de pesquisa bibliográfica.

A aplicação dos conceitos de WCM no fornecedor é uma prática desenvolvida dentro dos próprios princípios da metodologia, porém a ênfase empregada neste estudo busca a obtenção de resultados em curto prazo, evoluindo o sistema de um conceito reativo até proativo em um período menor de tempo. Para isso, as ferramentas descritas nos capítulos anteriores precisaram ser aplicadas de forma incisiva, como descrito nos próximos capítulos.

A quarta etapa compreende a análise dos dados, onde foram levantados os novos indicadores, com objetivo de validar a melhoria na gestão e redução dos gastos, bem como diversos outros benefícios que serão descritos posteriormente.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso realizou a implantação de uma metodologia de gestão de equipamentos logísticos, baseados nos conceitos de WCM, em uma empresa de compressores de refrigeração. A empresa possui fábricas em diversos países, com três unidades no Brasil, sendo que o estudo analisou a implementação da metodologia somente na matriz, que pode ser dividida em três grupos: fabricação de componentes, montagem de compressores e estoque de produtos.

A empresa aplica a metodologia do WCM em todas as suas plantas. O processo se inicia em áreas modelo e gradativamente se expande nas demais áreas, buscando melhorar a segurança, qualidade, produtividade, motivação e envolvimento das pessoas. Com aplicação rigorosa da metodologia e ritmo de implementação, o objetivo é atingir níveis de excelência e atacar os vários desperdícios.

Valores e informações considerados sigilosos foram alterados ou omitidos, porém sem perder o entendimento do caso, por este motivo, a empresa foi chamada de Empresa A, e seus fornecedores de equipamentos e manutenção numerados conforme o grau de atividade.

O objetivo deste estudo é aplicar a metodologia do WCM na área de manutenção e locação de equipamentos logísticos, relacionando os passos utilizados pela Empresa A com o nível de qualidade que o serviço de locação e manutenção necessita para que ambos atinjam os níveis de excelência exigidos.

O fluxo de desenvolvimento das atividades segue os princípios de implementação do WCM seguindo os sete passos de implementação propostos. Após a aplicação de cada passo é feita uma avaliação da execução com objetivo de verificar se a atividade foi concluída.

4.1 PASSO 0 – ATIVIDADES PRELIMINARES

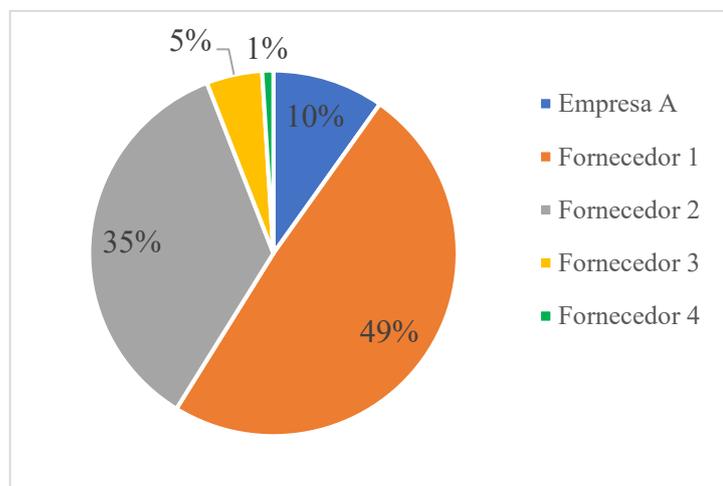
As atividades preliminares tiveram foco em verificar as condições reais da gestão de equipamentos e serviço de manutenção. Os dados com informações dos equipamentos existentes estavam desatualizados e descentralizados, sendo necessário validar e atualizar as informações referentes aos equipamentos logísticos, locais de atividades, condições dos equipamentos, estrutura organizacional da oficina de manutenção e mapeamento de processos.

Essa atividade preliminar foi dividida em três etapas, onde a primeira buscou levantar os dados referentes aos equipamentos, em seguida detalhar como funciona o serviço de manutenção, para no final apresentar uma visão geral, centralizando as informações levantadas em um único arquivo que serviu de base para todas as análises futuras de gastos com equipamentos.

4.1.1 Equipamentos Logísticos

O levantamento de dados permitiu ter uma visão geral da situação em que se encontrava a gestão de equipamentos. Ao todo os equipamentos logísticos eram fornecidos por cinco empresas, incluindo a própria Empresa A, onde 90% são locados de terceiros, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Divisão de fornecedores de equipamentos.



Fonte: Autor (2019).

Os equipamentos logísticos utilizados pela Empresa A inicialmente estavam divididos em tratores, rebocadores, empilhadeiras contrabalançadas, paleteiras e carretas de movimentação de materiais. A base de dados existente estava desatualizada e diversos equipamentos listados como ativos não estavam mais no escopo de atividade da empresa. Assim, foi necessário reformular a base, incluindo novas camadas de detalhamento com objetivo de ampliar a visão da análise.

Desenvolvendo a nova base de dados, foi redefinida as características principais dos equipamentos, dividindo-os em: Rebocadores, Empilhadeiras Contrabalançadas, Empilhadeiras Patoladas e Carretas de movimentação. Além desta visão macro, foram desenvolvidas novas camadas, relacionando às características que os definem (Quadro 5), onde no total são 19 categorias de equipamentos utilizados na movimentação de materiais.

Quadro 5 - Categorias de equipamentos levantadas.

Descrição	Capacidade (Ton)	Torre	Patola	Combustível	Opções
Carreta	4,0	-	-	-	-
	8,0	-	-	-	-
Empilhadeira Contrabalançada	1,6	-	-	Elétrico	-
	1,6	-	-	Elétrico	Retrátil
	2,5	-	-	GLP	-
	3,0	-	-	GLP	-
	4,0	-	-	GLP	-
Empilhadeira Patolada	7,0	-	-	GLP	-
	1,6	Torre 5,4	-	Elétrico	-
	1,6	Torre Alta	-	Elétrico	-
	1,6	Torre Alta	-	Elétrico	Embarcada
	1,6	Torre Alta	Aberta	Elétrico	-
	1,6	Torre Baixa	-	Elétrico	-
	1,6	Torre Baixa	-	Elétrico	Embarcada
Rebocadores	1,6	Torre Baixa	Aberta	Elétrico	-
	5,0	-	-	Elétrico	Em pé
	5,0	-	-	Elétrico	Sentado
	1,2	-	-	Elétrico	Puxado
	12,0	-	-	Diesel	Trator

Fonte: Autor (2019).

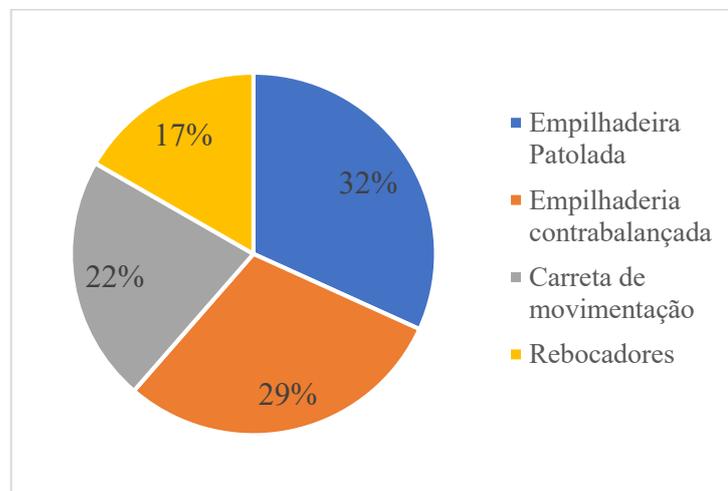
Ao separar os equipamentos por subdivisões, é possível identificar as características de cada item. Conforme o quadro anterior, é possível identificar que para o caso das Empilhadeiras Contrabalançadas e Empilhadeiras Patoladas, a ramificação das características se difere em cada classificação.

Nas Empilhadeiras Contrabalançadas, a principal característica está na capacidade de carga, responsável por definir a capacidade de elevação de cada equipamento. Essa característica precisa estar bem definida e dimensionada, uma vez que a máquina oferece riscos caso seja utilizada a capacidade inferior a necessária.

No caso das Empilhadeiras Patoladas, a subdivisão que mais aponta características únicas é a altura de torre. O equipamento é usado para elevar paletes de matéria prima e produto acabado para os locais de estocagem e movimentação, assim a altura máxima de alcance se torna a principal característica. Os equipamentos de torre alta e torre 5,4 apresentam a mesma estrutura, a diferença está na altura máxima de elevação, 4,6 metros e 5,4 metros, respectivamente. O equipamento descrito como torre baixa tem uma estrutura menor, sendo mais indicado para o interior da fábrica, porém, com a mesma capacidade de elevação de um equipamento com torre alta.

Com os dados levantados foi possível ampliar as informações existentes dos equipamentos, permitindo mensurar a quantidade de máquinas distribuídas na planta. A divisão dos equipamentos pela sua característica é apresentada no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Divisão dos equipamentos utilizados.



Fonte: Autor (2019).

Vale ressaltar que a base de dados inclui somente carretas de movimentação entre fábricas. Os carrinhos utilizados dentro de fábrica não foram incluídos nesta primeira análise, por não serem locados e por não existir uma manutenção dedicada.

Além das informações referentes as características dos equipamentos, também foi levantado o tipo de monitoramento usado. Alguns equipamentos continham sistema de rastreamento e controle de atividades, informando sua localização e tempo de utilização.

4.1.2 Manutenção

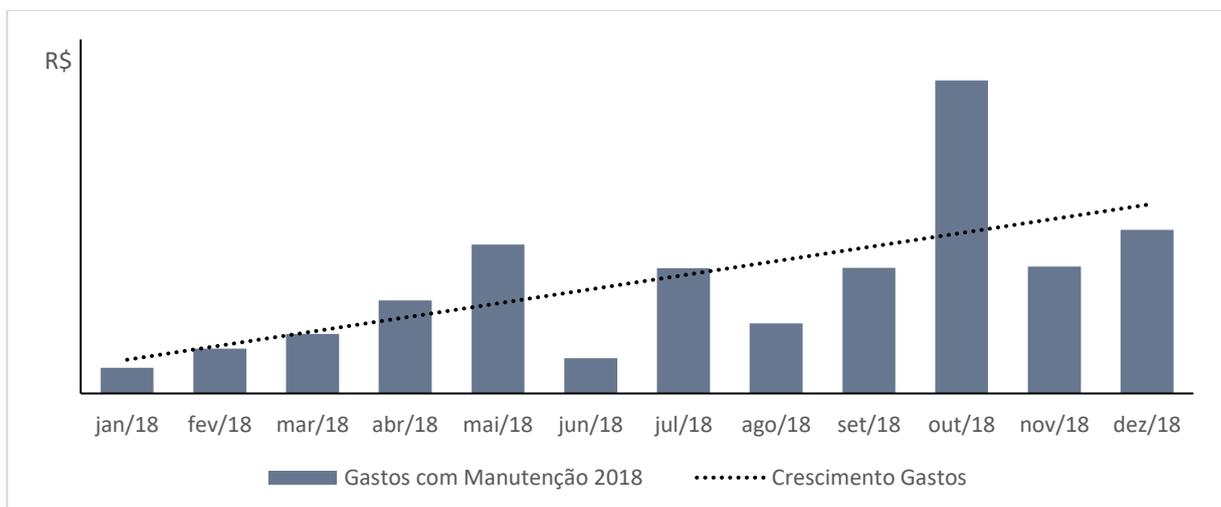
A manutenção dos equipamentos é realizada totalmente por empresas terceiras, onde cada fornecedor é responsável pela manutenção dos seus equipamentos. O Fornecedor 1, principal fornecedor, é responsável pela manutenção dos equipamentos não locados e está instalado dentro da unidade matriz, em uma área cedida pela Empresa A. Os demais fornecedores são acionados em caso de quebra de seus equipamentos ou necessidade de manutenção preventiva.

A gestão da área de manutenção é realizada por uma empresa terceira, chamada aqui de Empresa B. Ela é responsável pela gestão de todos os fornecedores de equipamentos, definir prioridades de manutenção, acionar fornecedores de peças e realizar o controle das atividades internas da mecânica.

4.1.3 Base de dados

Todos os dados levantados neste passo preliminar foram agrupados em um único arquivo, com objetivo de apresentar um resultado geral dos gastos com locação e manutenção, sendo possível, caso necessário, estratificar os dados por fornecedor, equipamento, área de atividade, etc. Com as informações coletadas, foi possível apresentar uma visão geral dos gastos com manutenção ao longo do ano de 2018 (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Gastos com manutenção.



Fonte: Autor (2019).

O gráfico reflete a necessidade de um acompanhamento mais eficiente em relação a gestão de equipamentos. Como é possível observar, os gastos no início do ano de 2018 apresentavam um crescimento constante, suprimidos por alguma ação de controle dos gastos que resultou na interrupção do crescimento anterior, porém, o gráfico começou um processo de oscilação, acumulando erros e atingindo seu pico em outubro de 2018.

A oscilação nos meses finais da análise reflete a necessidade do acompanhamento proposto. Ações com objetivo de melhorar as condições dos equipamentos já estavam sendo realizadas no início desta análise pela empresa alvo do estudo, porém, com a estratificação incorreta dos dados. A estruturação das informações do passo 0 permitiu desenvolver uma base de dados robusta tornando possível, com as informações coletadas, iniciar as atividades de implantação dos demais passos propostos pela metodologia do WCM.

4.2 PASSO 1 E 2 – IDENTIFICAR E DETECTAR ONDE OS PROBLEMAS ESTÃO

Conforme o modelo inicialmente apresentado dos gastos com manutenção no ano de 2018 (Gráfico 3), fica clara a necessidade de implementar uma gestão mais robusta, com objetivo na melhoria das condições dos equipamentos, manutenção e redução de gastos.

Os conceitos de WCM aplicados na Empresa A estão diretamente ligados a produção, sendo assim, a área modelo apontada pelo pilar de desdobramento de custos, responsável pelas maiores perdas e necessidades de tratativas, está dentro de uma das fábricas.

Por conter 90% dos equipamentos locados, este estudo propõe que a gestão de equipamentos deve ser vista como um fornecedor, onde o produto é o serviço de manutenção e locação. Assim, é possível aplicar os conceitos de WCM com uma visão diferente da fábrica, onde o principal objetivo é garantir o bom funcionamento dos equipamentos, com zero falhas e qualidade assegurada.

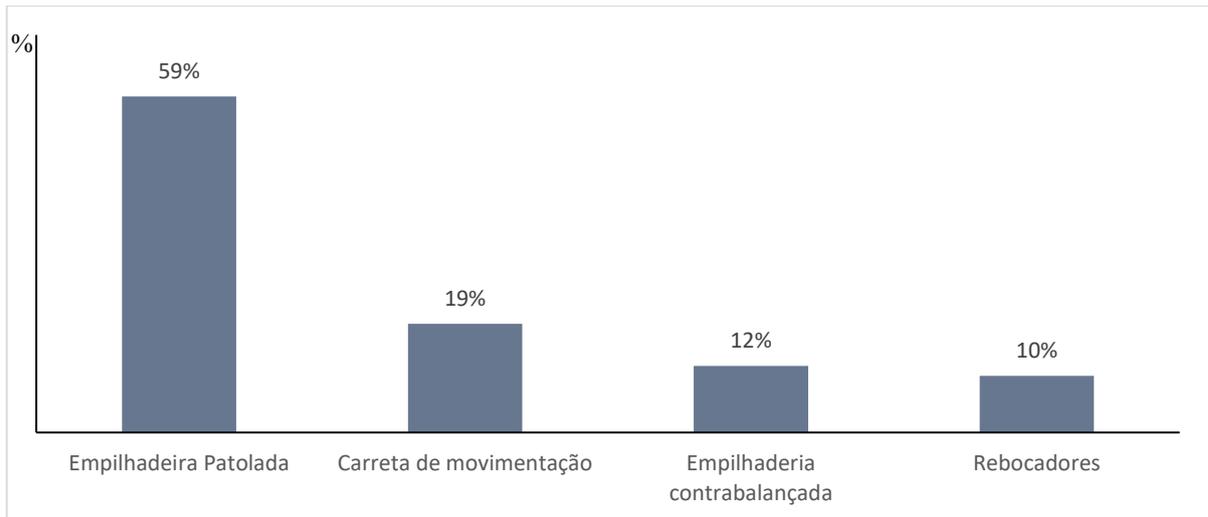
Tal proposta está relacionada com todas as etapas do WCM que são aplicadas na empresa, sendo o único diferencial a forma de execução das atividades. Com a aplicação dos conceitos de WCM diretamente na gestão de equipamentos, foi definido que a “atividade modelo”, relacionado com o conceito de área modelo do WCM, seria o serviço de manutenção, tendo em vista que a locação é um valor fixo por mês e não impacta no processo de fabricação.

Após a validação das informações levantadas e alinhamento com os profissionais envolvidos, o próximo passo foi iniciado.

4.3 PASSO 3 – PRIORIZAR DE ACORDO COM O DESDOBRAMENTO DE CUSTOS

Realizando uma análise dos principais gastos de manutenção no ano de 2018, foi possível listar quais equipamentos representam maior impacto no valor total (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Relação de impacto no custo total de manutenção.



Fonte: Autor (2019).

Ao analisar o resultado das informações levantadas, é possível verificar que os custos relacionados as empilhadeiras patoladas são maiores que os gastos dos demais somados, tornando a manutenção destes equipamentos crítica e principal foco de melhoria.

Essa informação serve de guia para as atividades desenvolvidas pela gestão de equipamentos, tendo em vista que a partir deste momento a manutenção tem dois focos distintos: atender a atividade modelo e priorizar os equipamentos da área modelo.

4.4 PASSO 4 – ANALISAR E ESCOLHER OS MÉTODOS E FERRAMENTAS CORRETOS

Durante o processo de levantamento das informações nos passos anteriores, foi possível identificar a necessidade de aplicação de diversas ferramentas. Seguindo os conceitos de WCM, a primeira ferramenta usada foi a do próprio método, onde foi definido a priorização das atividades e definição deste modelo de gestão.

Como apresentado no passo 3, o principal foco do processo de melhoria são as empilhadeiras patoladas, por apresentarem grau crítico de gastos e condições de operação.

Seguindo os princípios de implantação do WCM, foram listados as principais ferramentas existentes e não aplicadas na gestão.

4.4.1 Kaizen

A palavra Kaizen, de origem japonesa, pode ser traduzida como Melhoria Contínua, sendo assim a aplicação deste método se faz necessária a todo momento. O método tem por objetivo concentrar esforços para solucionar um determinado problema, por meio de reuniões com objetivo de propor soluções.

Dentro da gestão de equipamentos, diversos problemas foram identificados nos primeiros passos de aplicação no WCM, sendo necessário uma forma de organizar as ações e definir as etapas de aplicação das soluções.

Semanalmente são realizadas reuniões com os líderes das empresas fornecedoras de equipamentos e os responsáveis pela manutenção, com objetivo de entender a visão de cada um e propor melhorias, sempre focando na melhoria dos processos.

As próximas seções listam diversas ações tomadas e iniciadas a partir de ideias sugeridas nas reuniões. Tais ideias são aplicadas ao longo da semana, e na reunião seguinte os resultados são apresentados para o time que valida a informação e verifica a necessidade de mudança e melhoria no processo.

4.4.2 5G

Método utilizado para descrever e analisar problemas baseados na observação dos fatos e uso dos sentidos. O método é utilizado como guia para determinar o plano de ação para alguma necessidade ou objetivo. Esta ferramenta foi aplicada inicialmente no passo 0, com objetivo de listar os equipamentos e entender qual a necessidades dos equipamentos, local de atividades e demais informações listadas.

Após a priorização do desdobramento de custos, o método foi utilizado para ir até local de operação das empilhadeiras patoladas e entender como a operação do equipamento funciona. Foi testada a operação, as condições de uso do equipamento e da área de atividade, bem como o nível de instrução do operador com o equipamento.

As causas dos problemas foram levantadas e mapeadas, com o objetivo de definir dentro da atividade modelo quais locais e atividades representam pontos críticos que necessitam

de um primeiro plano de ação. As informações coletadas foram tabeladas, identificadas e fotografadas, buscando levantar o material utilizado para os demais passos.

4.4.3 5W2H

O método consiste em acompanhar o processo de desenvolvimento e aplicação de uma ação. Por meio de uma tabela de controle é descrita a atividade, prazos e responsabilidades da ação desenvolvida, bem como os valores para realizar a atividade.

Dentro da gestão de equipamentos estão ferramentas que podem ser utilizadas em ambas as áreas de controle, tanto na locação quanto na manutenção. Quando aplicada na locação, o foco é entender a necessidade do equipamento, propor melhorias e quanto isso irá custar para a empresa, tanto na questão de expansão quanto de redução.

Durante as atividades de melhoria de equipamentos, foi levantado que alguns equipamentos estavam ociosos, permitindo assim a aplicação de um plano de redução. Tal plano foi traçado e executado com o auxílio do método.

Quando usado na área de manutenção, o método levanta as causas de falhas dos equipamentos e erros na utilização das máquinas e de manutenção. O Quadro 6 apresenta um modelo utilizado durante o processo de análise.

5W2H	
O Quê?	O equipamento apresentou falha
Onde?	Transporte
Quando?	As 10:42 am; Intervenção as 11:03
Porquê	Falta de óleo
Quem?	Detectado pelo Operador A; Intervenção do técnico 1
Como?	Análise do checklist de manutenção e do operador para verificar se o controle de óleo foi realizado; Verificação a procura de vazamentos
Quanto Custa	Horas do equipamento parada + possível falha operacional do operador.

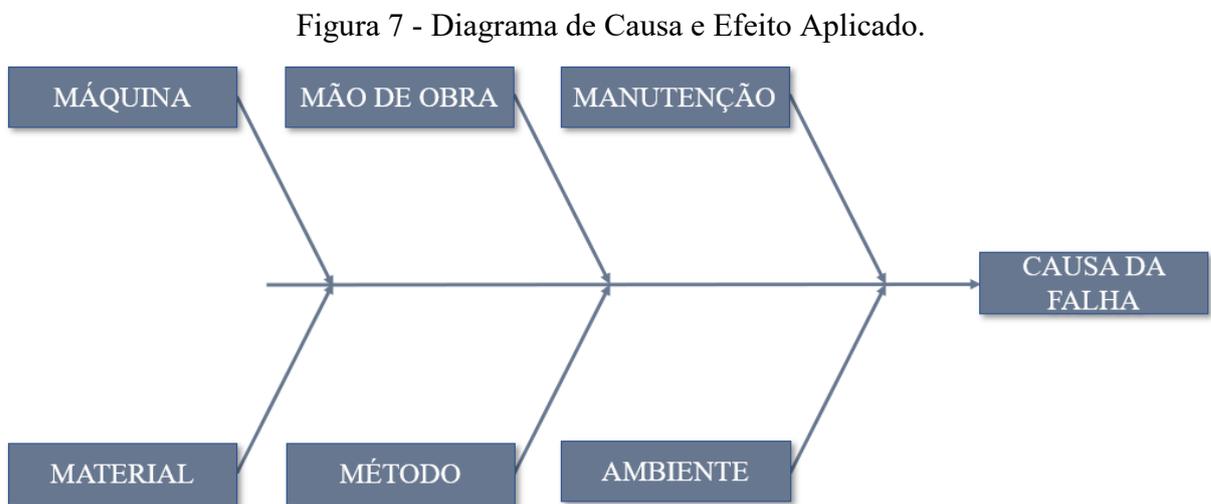
Fonte: Autor (2019).

O objetivo desta prática é mensurar de forma clara os principais problemas e as ações tomadas para que estes problemas não ocorram. No passo que o controle de manutenção se torna mais efetivo, esta ferramenta pode ser utilizada para propor melhorias nos processos de manutenção, visando os tempos de preventivas e preenchimentos de checklist, por exemplo.

4.4.4 Diagrama de Causa e Efeito

Para atingir o nível de zero quebras, primeiro é necessário entender as causas de manutenção. Assim, o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha-de-Peixe pode ser aplicado, com objetivo de estratificar a causa de manutenção das máquinas. O método é dividido em até 6 grandes causas: Método, Máquina, Materiais, Mão de Obra, Meio Ambiente e Medidas.

A ideia é buscar o maior nível de detalhamento das causas, auxiliando assim no controle de futuros erros. A Figura 7 apresenta o método aplicado na gestão, que foi modificado para atender as necessidades específicas da manutenção.



Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2017, p. 159).

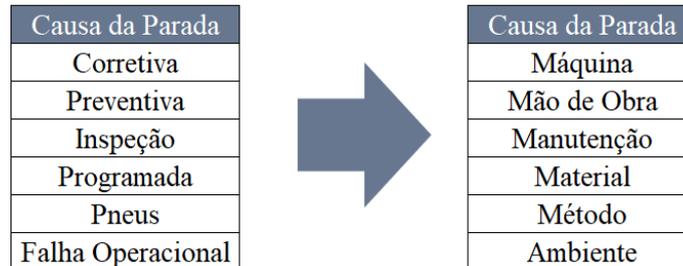
O método base do diagrama de causa e efeito precisou ser modificado devido as principais causas de manutenção existentes. A modificação apenas direciona o modelo para um nível de detalhamento maior, onde a causa Medida foi descrito como Manutenção, uma vez que os erros desta classificação estão diretamente ligados a calibração e ajustes nos equipamentos.

Essa modificação no método foi necessária buscando facilitar o entendimento e compreensão dos colaboradores, uma vez que a causa “Medida” poderia causar confusão ao ser relacionada com “Método”.

Inicialmente, o método era aplicado no controle de causas de manutenção, porém de forma incorreta. Tal aplicação não garantia o nível de detalhamento necessário para buscar as soluções corretas. A Figura 8 apresenta o comparativo entre os modelos aplicados na gestão. É

possível identificar que o método aplicado buscava encontrar uma causa das manutenções, porém não utilizava o conceito correto.

Figura 8 - Comparativo entre causas.



Fonte: Autor (2019).

4.4.5 5S

O método 5S, busca desenvolver uma cultura de disciplina, identificar problemas e gerar oportunidades de melhorias. A proposta do 5S é reduzir o desperdício de recursos e espaço de forma a aumentar a eficiência operacional e criar padrões de operação.

A implementação deste método acontece em etapas, principalmente por exigir uma reestruturação completa do ambiente de trabalho e comportamento dos colaboradores. Sendo assim, as mudanças precisam ser gradativas para facilitar a aplicação.

Dentro da gestão de equipamentos, a área de manutenção precisa ter as condições básicas de organização e limpeza para possibilitar a boa execução das tarefas. No início dos trabalhos, o setor onde se encontra a oficina mecânica estava totalmente desalinhado, o layout existente não era aplicado, os mecânicos não realizavam a organização das bancadas e o ciclo de limpeza não era realizado.

A primeira etapa de aplicação foi uma grande limpeza e reorganização do local. Foram retirados peças e materiais que não estavam sendo utilizados e poderiam ser descartados, as bancadas e armários foram limpos, além do layout demarcado que passou a ser seguido.

Um problema identificado na aplicação da metodologia foi a dificuldade em relação a limpeza do local de trabalho. A área atual de manutenção não apresenta rede fluvial com tratamento de resíduos, o que impede a limpeza diária da área. Assim, foi instruído aos colaboradores uma limpeza superficial da oficina, mantendo a organização e evitando contaminações.

Os materiais e locais de descartes foram identificados para facilitar visualmente as áreas corretas. As bancadas passaram por um processo de redistribuição com objetivo de aproximar as necessidades das áreas de ação.

Ao concluir o primeiro passo, os colaboradores foram instruídos a manter o ciclo de limpeza e organização, além de realizar uma reunião semanal para apresentação de resultado e discussão de ideias para melhorar o ambiente de trabalho.

Nas reuniões foi sugerido que as bancadas estivessem alinhadas, os armários de peças e ferramentas demarcados e os locais de descartes fora do local de trabalho, separando assim o material que será eliminado do material de trabalho. Todas essas ideias foram mapeadas e estão atualmente em fase de implementação.

4.4.6 Classificação ABC de Máquinas

A classificação ABC é um método de separar os itens de maior importância ou impacto, dos demais. A aplicação na gestão de equipamentos é fundamental para evidenciar os riscos de operação, em caso de falha, e as necessidades de priorizar os equipamentos utilizados.

O processo de definição da classificação se dá mediante alguns critérios como comprometimento da operação e grau de necessidade da máquina. O método foi aplicado tanto nos equipamentos quanto nas peças que compõe cada equipamentos. A Figura 9 apresenta uma representação de como a classificação está sendo usada.

Figura 9 - Classificação ABC de equipamentos e peças.

Equipamentos			Peças		
Indicador	Classificação	Descrição	Indicador	Classificação	Descrição
A	Alta	Compromete a operação	A	Alta	Inoperante
B	Média	Compensado por outro equipamento	B	Média	Roda com restrição
C	Baixa	Não afeta a produção	C	Baixa	Não afeta a operação

Fonte: Autor (2019).

A aplicação do método auxiliou na priorização das máquinas e tempo de atendimento. Atualmente, está em desenvolvimento a proposta de um estoque de segurança dentro da área de manutenção e a classificação ABC de peças vai dimensionar inicialmente esta área.

4.4.7 Ciclo de Limpeza, Inspeção, Manutenção e Controle

Esta atividade foi aplicada tanto na área de manutenção quanto nos equipamentos utilizados pela equipe de operação. A ideia é realizar ciclos de limpeza, inspeção, manutenção e controle dos equipamentos, com objetivo de evidenciar erros e aplicar manutenções preventivas. Na área de manutenção o método é aplicado para garantir que o método 5S está aplicado, certificando a área e possibilitando a boa aplicação do método.

A aplicação do método nos equipamentos é o primeiro passo para a realização de uma manutenção preventiva eficaz. O equipamento após passar pela área de manutenção é limpo e entregue para o operador que deve manter essa condição da máquina, realizando uma inspeção a cada troca de turno, listando os pontos que necessitam de manutenção (checklist), controlando assim o equipamento para garantir a sua disponibilidade.

Inicialmente, os equipamentos não passavam por um ciclo de limpeza pelos operadores, o que dificultava a aplicação da manutenção correta. Com a aplicação do ciclo é possível verificar detalhes como rachaduras, batidas e vazamentos de forma rápida e providenciar a manutenção correta do equipamento.

4.4.8 Kanban

Kanban é um termo de origem japonesa e significa cartão e, como o próprio nome diz, está ligado a utilização de cartões para indicar o andamento do fluxo de produção. O método permite o controle das informações realizadas em uma atividade ou projeto, detalhando quando, quanto e o que foi realizado.

Na gestão de equipamentos o conceito foi aplicado na área de manutenção, identificando os equipamentos que estão em manutenção, a situação de cada um, o prazo para liberação e qualquer observação necessária.

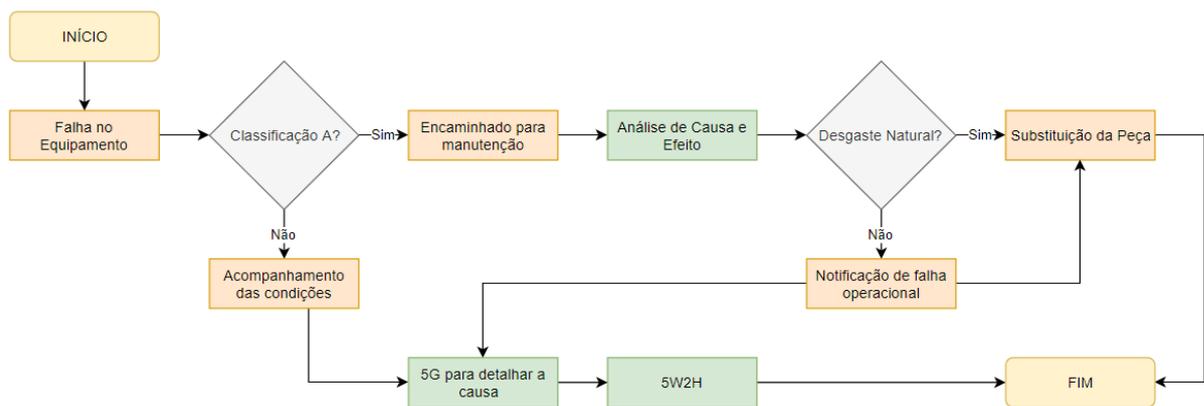
4.4.9 Procedimento de Operação Padrão – SOP

O conceito de Procedimento de Operação Padrão – SOP, do inglês Standard Operation Procedure, constitui um manual de instruções para a execução de uma determinada tarefa. A aplicação deste método permite padronizar e controlar uma atividade, facilitando a identificação de erros no processo e busca por melhorias.

Na gestão de equipamentos o conceito SOP pode ser aplicado em diversas áreas: na utilização dos equipamentos, na manutenção das máquinas, na aplicação de preventivas, entre outros. No passo 0 deste estudo ficou clara a necessidade de um mapeamento das atividades da mecânica, descrevendo todo o processo que existe no momento em que a máquina apresenta falha até o momento em que retorna para a operação.

Inicialmente, o mapeamento foi desenvolvido seguindo o procedimento existente, porém, era um processo longo e que prejudicava a boa operação da manutenção. Foi proposto a redução de algumas etapas e o direcionamento do fluxo para que o tempo de execução fosse menor (Figura 10). Por questões de sigilo, as informações referentes a empresa A foram suprimidos, apresentando somente a estrutura básica de sequência das atividades.

Figura 10 - Fluxo de atividades desenvolvido para a gestão de equipamentos.



Fonte: Autor (2019)

Após a validação das mudanças, o fluxo foi fixado na parede do escritório da oficina, onde é visível para cada colaborador. Além disso, foi desenvolvido um sistema de etiquetas, usando os princípios do método kanban, para identificar em que etapa do fluxo cada item estava permitindo assim uma conferência rápida da quantidade de equipamentos em manutenção.

4.4.10 Considerações

Nesta seção, foram aplicadas diversas ferramentas com objetivo de melhorar a gestão dos equipamentos. Tais atividades foram aplicadas diretamente na área de manutenção, foco principal deste estudo, e encontram-se ainda em processo de implementação.

As ferramentas descritas formam um pacote básico de implementação do WCM, algo que é necessário para o bom desenvolvimento da gestão. Conceitos importantes como ciclo de

manutenção preventiva, Poka Yoke, entre outras, foram aplicados em conjunto com outros setores, porém, o entendimento das ferramentas descritas se faz necessário como meio de introdução dos conceitos de WCM.

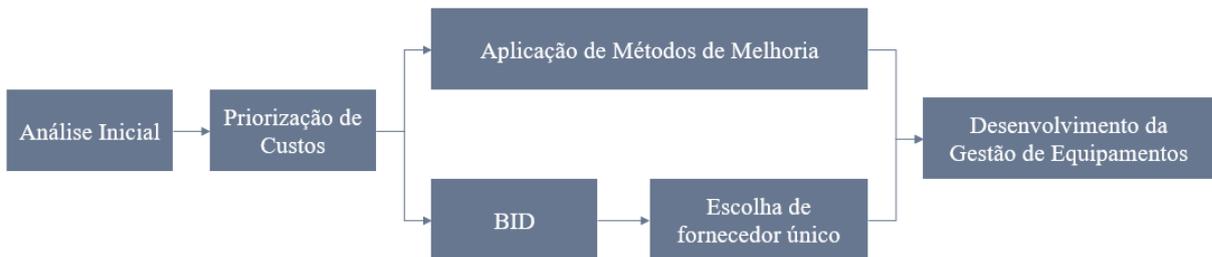
4.5 PASSO 5 – ESTIMATIVA DE CUSTOS DA SOLUÇÃO

Todas as ferramentas aplicadas no passo 4 não representaram um custo elevado de aplicação, dependendo apenas tempo dos colaboradores da organização e execução por parte dos operadores.

Durante o passo 0, na etapa de levantamento de dados, foi verificado o estado dos equipamentos utilizados e realizada uma validação contratual. Foi verificado que os equipamentos locados não eram 100% novos e alguns eram reformados, o que diminui a vida útil dos equipamentos.

Com a proposta de melhorar a gestão, o processo de implementação foi dividido em duas vertentes, como apresentado na Figura 11. A primeira tem foco em melhorar a gestão atual, com o desenvolvimento das melhorias propostas e implementações dos métodos levantados. A segunda, busca no mercado novos fornecedores de equipamentos, priorizando equipamentos novos e com novas tecnologias.

Figura 11 - Plano de atividades.



Fonte: Autor (2019).

O termo em inglês BID pode ser traduzido como ofertar, fazer um lance ou licitar. O objetivo é convidar empresas prestadoras de serviço a ofertar seus serviços, buscando verificar no mercado as opções existentes e comparar com o aplicado atualmente.

Com a possibilidade de troca dos fornecedores, foi desenvolvido um plano de ação para levantar as necessidades de cada área, os gastos com manutenção, os custos de troca dos equipamentos e o impacto que essa mudança traria para a operação.

As informações coletadas em passos anteriores foram a base para o modelo proposto, descrevendo as principais características das máquinas existentes. O método 5G permitiu compreender as características de cada equipamento, entendendo a sua aplicação para evidenciar se estava correto ou não.

Assim, foi proposta a mudança de alguns equipamentos, solicitando no BID a quantidade correta para a operação das fábricas com as características exigidas em cada atividade. Os resultados da classificação ABC de máquinas permitiram detalhar a priorização de trocas, bem como as áreas que mais necessitam de equipamentos novos.

Além de dimensionar os equipamentos conforme a necessidade das fábricas, foi proposto a troca do sistema de baterias atual, composto por baterias de ácido, para um sistema mais econômico e moderno, com baterias de lítio. Com essa troca, busca-se reduzir o consumo de energia, diminuir os erros durante as trocas de baterias e paradas de equipamentos por atrasos nas trocas.

4.5.1 BID de equipamentos e serviço de manutenção

Com o objetivo de melhorar a qualidade dos equipamentos utilizados, do sistema de manutenção e gestão, foi proposta a mudança do sistema atual, partindo de cinco fornecedores para apenas 1, que seria responsável pela locação de todos os equipamentos da planta, além de ser responsável por toda a manutenção dos equipamentos logísticos.

Inicialmente foi criado um escopo técnico, listando todas as necessidades e exigências que a gestão de equipamentos necessita. Problemas identificados no contrato anterior foram eliminados ou modificados, com objetivo de desenvolver uma boa estrutura do contrato, garantindo a execução do serviço com qualidade e aplicação da metodologia WCM.

Nesta nova proposta o fornecedor é responsável por toda gestão de equipamentos da fábrica, respondendo pela locação dos equipamentos, manutenção dos equipamentos locados ou não, responsável pela área de manutenção e garantindo a aplicação dos conceitos de WCM. Para garantir todas essas exigências, diariamente deve enviar um relatório de atividades, semanalmente ter uma reunião com as lideranças de time para apresentar as condições da gestão e mensalmente uma reunião com gestores, apresentando os dados gerados ao longo do mês.

Esse direcionamento das atividades para um fornecedor único possibilita um controle mais fácil e rápido, tendo em vista que por se tratar de um único fornecedor o canal de atividades é direto. Porém, por ser um único fornecedor, o controle diário e o acompanhamento das atividades deve ser feito de forma rigorosa para manter a qualidade no serviço.

4.6 PASSO 6 – IMPLEMENTAR AS SOLUÇÕES COM RIGOR

Uma etapa característica dos processos de melhoria contínua é a implantação das soluções de forma rigorosa, modificando o sistema e exigindo que os colaboradores participe do projeto e realizem as mudanças. Conforme descrito no passo 4, diversas ferramentas foram aplicadas seguindo as propostas deste passo.

A aplicação das ferramentas busca melhorar as condições do ambiente de trabalho, realização das tarefas e garantir o bom funcionamento do sistema, para isso fornecedores e o time de manutenção necessariamente precisam estar alinhados com o plano de execução, treinados e capacitados para a execução das tarefas.

Neste ponto vale uma ressalva na aplicação dos métodos. Por trabalhar com diversos fornecedores, o sistema muitas vezes entrou em conflito, principalmente em questão de organização da oficina mecânica. Esse ponto será corrigido com o desenvolvimento de um único fornecedor, descrito no passo 5.

4.7 PASSO 7 – AVALIAR OS RESULTADOS

A aplicação dos métodos resulta em um processo progressivo de melhoria que impacta não somente na gestão de equipamentos, mas também nos demais pilares e áreas da fábrica. O fornecedor de equipamentos, por estar inserido na área de fabricação responde a todas as demandas dos outros pilares e necessariamente precisa aplicar os conceitos seguidos.

Com a aplicação das ferramentas propostas foi possível identificar a melhora no sistema, redução do número de falhas, redução nos gastos com manutenção e tempo de máquina parada.

Indicadores como *mean time between failures* – MTBF, que mede o tempo médio entre falhas, e *mean time to repair* – MTTR, que mede o tempo total de reparo, foram utilizados para medir a disponibilidade dos equipamentos e realizar um controle mensal da progressão. Além do tempo de máquina operando, também é acompanhando os custos, que apresentaram redução, além do controle diário do local de manutenção.

5 RESULTADOS

Perante os resultados obtidos no estudo de caso, foi possível atingir níveis de melhoria na gestão. O objetivo geral deste estudo visa elaborar uma metodologia de gestão de equipamentos aplicando os conceitos de WCM, tal objetivo foi aplicado por meio de 7 passos de implementação propostos pela metodologia

Seguindo as premissas deste trabalho, os objetivos específicos foram arquitetados prevendo a execução dos passos da metodologia, assim o fluxo de atividade se tornou decorrente da execução dos demais passos. O objetivo específico de organizar os dados e verificar a situação inicial da gestão de equipamentos é desenvolvido durante o passo 0 deste estudo.

O passo 0 é descrito como uma aplicação inicial do método, onde as informações são levantadas com objetivo de desenvolver todos os demais passos. Tal etapa também depende do incentivo e colaboração da organização, uma vez que os dados e informações coletados para o início dos trabalhos precisam estar de acordo com o desenvolvimento proposto pela empresa.

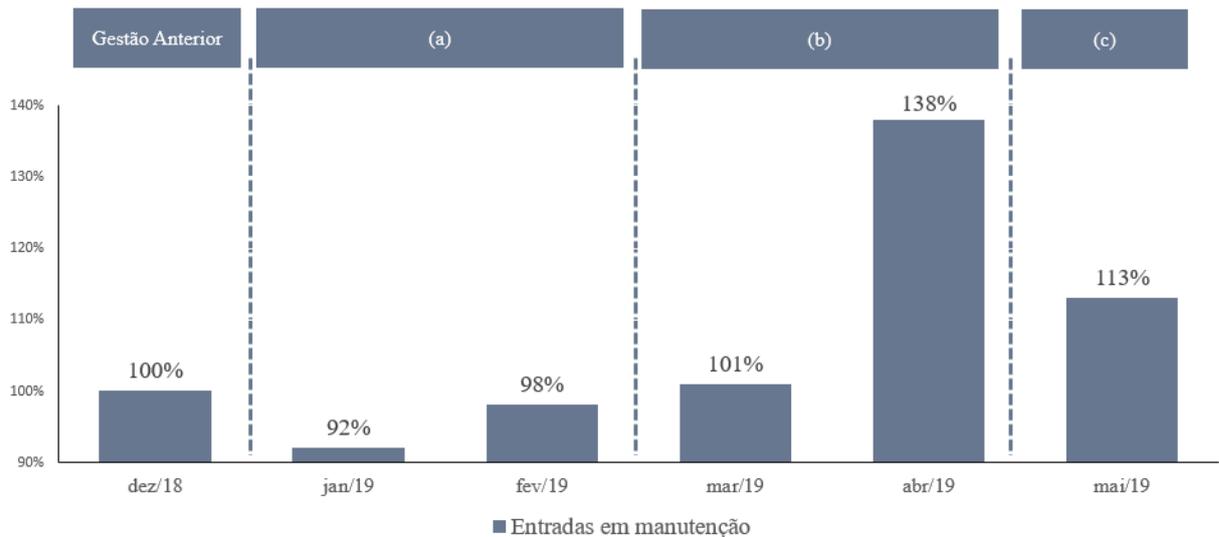
O segundo objetivo específico buscou desenvolver, a partir do anterior, melhorias no processo de gestão. Tal objetivo é descrito nos passos 1, 2 e 3, onde o modo como a aplicação da metodologia WCM precisou ser modificada. Ao retirar os equipamentos logísticos do quadro de itens da fábrica, ocorre uma mudança na aplicação do WCM. Sendo assim, a forma de visualizar os problemas é modificada, sendo necessário acompanhar as operações em parceria com o fornecedor.

Ao propor uma mudança na visão em relação a gestão de equipamentos, o foco passou a ser na qualidade do serviço, buscando aplicar o conceito de zero quebras e garantir a eficiência na operação. Esta atividade poderia ser desenvolvida juntamente com a aplicação do WCM na planta, porém, o conceito de área modelo e expansão, neste caso, não refletiria a real necessidade de aplicação das ferramentas na gestão de equipamentos.

As aplicações das ferramentas de gestão, previstos no passo 4, estão diretamente ligadas ao objetivo de aplicar a metodologia desenvolvida nos passos anteriores. As ferramentas listadas compõem o pacote básico que o fornecedor deve seguir, permitindo assim que o objetivo maior, zero quebras e qualidade total, seja alcançado.

Os resultados deste passo podem ser visualizados na prática, com a melhoria no local de trabalho, nas condições de operação e na diminuição de falhas. Os Gráficos 5, 6 e 7 apresentam o total de entradas em manutenção, redução nos custos de manutenção e disponibilidade dos equipamentos durante o período de aplicação, respectivamente.

Gráfico 5 - Entrada em manutenção no semestre.



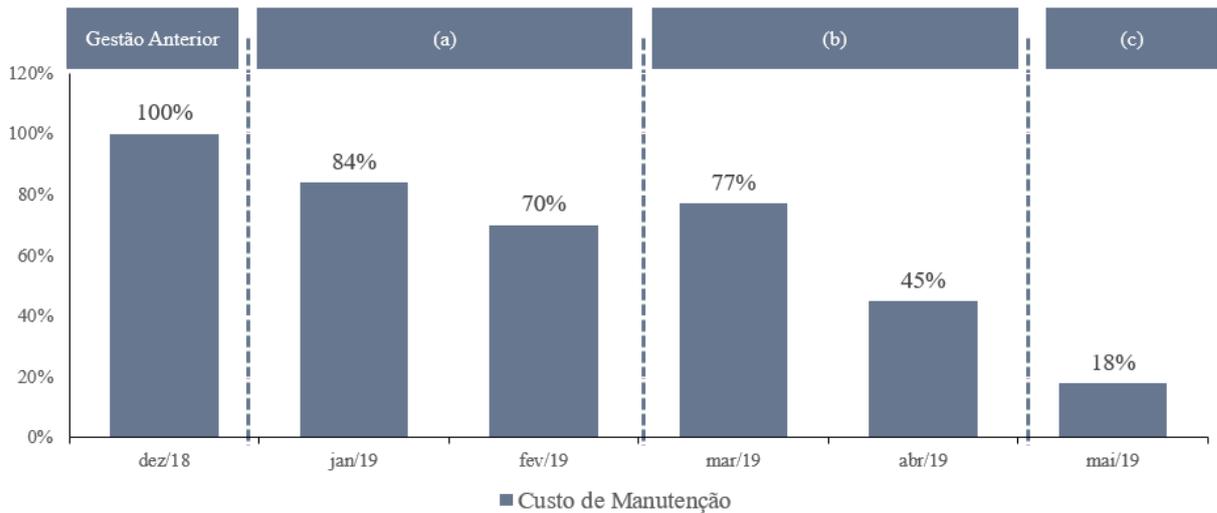
Fonte: Autor (2019).

Para efeito comparativo, foi definido que o resultado de dezembro de 2018 iniciaria em 100%, com objetivo de facilitar a visualização dos ganhos em relação as entradas em manutenção.

Durante a fase (a) de aplicação do método, os passos 1, 2 e 3 foram aplicados, juntamente com o acompanhamento das entradas de equipamentos em manutenção. Durante a fase (b) ocorreram a aplicação dos métodos, que é devidamente ilustrado pelo crescimento de entradas em manutenção em abril. Esse aumento é decorrente da limpeza geral realizada, e da orientação aos operadores de enviar para manutenção os equipamentos que apresentassem qualquer defeito mínimo.

Apesar de demonstrar um crescimento no número de ocorrências, o real impacto desta medição se dá no total gasto em manutenção, como apresentado no gráfico 6. A fase (c) ilustra uma redução em relação ao mês anterior e esse comportamento deve seguir na sequência das atividades.

Gráfico 6 - Custos de manutenção no semestre.

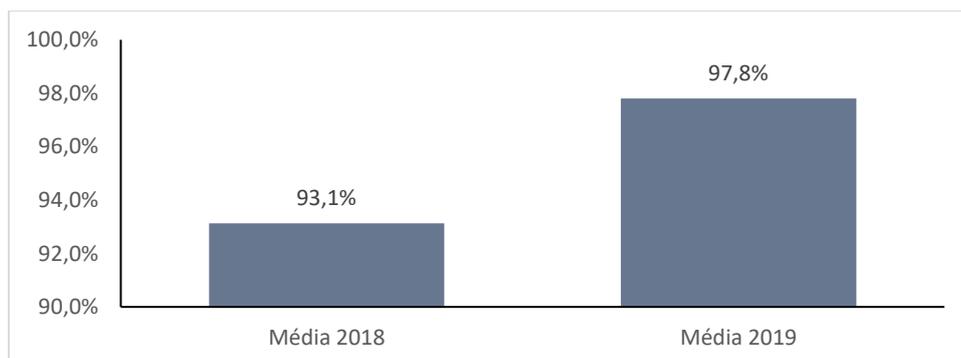


Fonte: Autor (2019).

A tratativa de realizar uma grande limpeza nos equipamentos e evidenciar as falhas se mostrou bem executada, uma vez que os gastos com manutenção foram reduzidos consideravelmente. Comparando diretamente os valores em relação ao mês de dezembro de 2018 e maio de 2019, é apresentado uma redução de 82% em relação aos gastos iniciais. Embora tenha um aumento no número de ocorrências de manutenção, os gastos foram controlados, uma vez que o operador não transformava uma avaria em falha operacional.

Outro impacto positivo, foi a disponibilidade dos equipamentos. Em uma comparação direta da média do último semestre de 2018 com os dados até maio de 2019, é possível verificar que os equipamentos passaram mais tempo disponíveis para a operação (Gráfico 7). Apesar do crescimento da disponibilidade, o resultado ainda não é considerado ideal por não atingir a disponibilidade máxima, porém é considerado satisfatório em relação a progressão identificada.

Gráfico 7 - Comparativo de disponibilidade dos equipamentos.



Fonte: Autor (2019).

As informações apresentadas mostram a melhoria na gestão desenvolvida, evidenciando que a aplicação do método proporciona resultados de forma rápida. Por ser analisado somente no primeiro semestre de 2019, os resultados ainda não podem ser considerados finalizados.

O objetivo do método é atingir zero quebras, controle total dos equipamentos e melhoria na qualidade de trabalho dos técnicos e operadores. Os dois primeiros podem ser facilmente quantificados, porém, a qualidade do ambiente de trabalho apresenta muitos resultados visuais em relação aos quantitativos, uma vez que melhora em questões de segurança, bem-estar do operador, facilidade de trabalho e melhoria na qualidade operacional estão mais ligados a resultados qualitativos.

Os demais objetivos específicos buscados por esse trabalho, têm relação com os resultados apresentados e um comparativo com o desempenho da situação anterior. Por consequência das modificações propostas, nem toda base pode sofrer comparação direta. Mudanças na forma de classificação da manutenção interferem no resultado da comparação, assim somente o montante gasto com manutenção no último semestre de 2018 foi comparado com o atual, como apresentado anteriormente no gráfico 6.

Essa comparação foi possível, pois o valor total gasto independe do tipo de classificação, assim é perceptível o avanço em relação ao fechamento de 2018. Com o passar dos meses, espera-se que o valor de manutenção decresça constantemente, até atingir o patamar de zero quebras e conseqüentemente zero gastos com manutenção imprevista.

Outro comparativo possível é em relação a distribuição de equipamentos. No início dos trabalhos existiam 19 variações de equipamentos, o que, após a aplicação da classificação ABC de máquinas, ficou clara a necessidade de redução deste escopo.

Com a aplicação do BID, foi possível dimensionar os equipamentos conforme as reais necessidades das fábricas, possibilitando uma padronização maior, e conseqüentemente, diminuindo os riscos de segurança. O Quadro 7 apresenta a divisão dos equipamentos, reduzindo 19 para 14 variações.

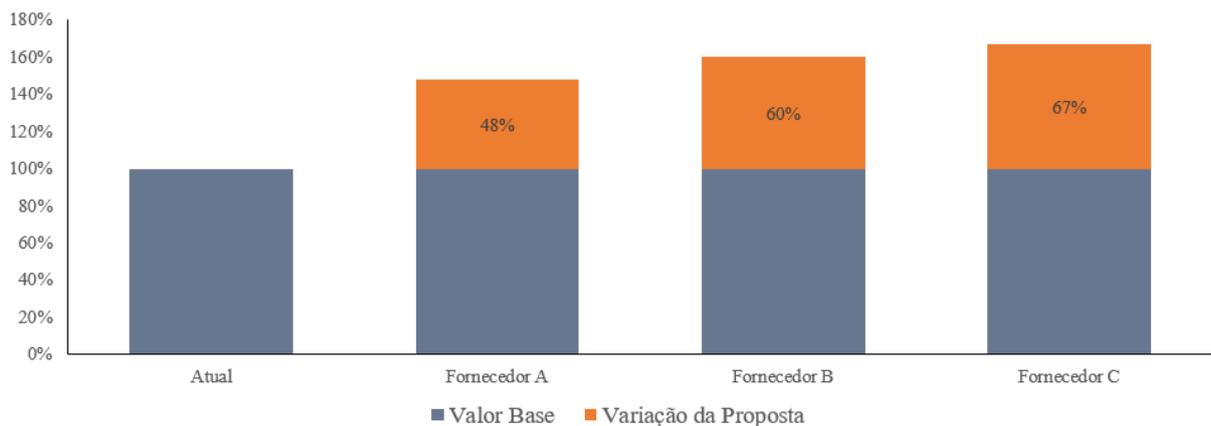
Quadro 6 - Variações de equipamentos atual.

Descrição	Capacidade (Ton)	Torre	Patola	Combustível	Opções
Carreta	4,0	-	-	-	-
	8,0	-	-	-	-
Empilhadeira Contrabalançada	1,6	-	-	Elétrico	Retrátil
	2,5	-	-	GLP	-
	3,0	-	-	GLP	-
Empilhadeira Patolada	7,0	-	-	GLP	-
	1,6	Torre 5,4	-	Elétrico	-
	1,6	Torre Alta	-	Elétrico	Embarcada
	1,6	Torre Baixa	-	Elétrico	Embarcada
Rebocadores	1,6	Torre Baixa	Aberta	Elétrico	-
	5,0	-	-	Elétrico	Empé
	5,0	-	-	Elétrico	Sentado
	2,0	-	-	Elétrico	Puxado
	25,0	-	-	Diesel	Sentado

Fonte: Autor (2019).

Além da redução na variedade de equipamentos, o BID prevê a redução nos gastos totais da gestão de equipamentos. O Gráfico 8 compara os custos atuais de locação, manutenção e serviços com as principais propostas enviadas pelos fornecedores.

Gráfico 8 - Comparativo propostas BID.



Fonte: Autor (2019).

Vale ressaltar que os valores ofertados são superiores aos gastos atuais das atividades, porém, o valor ofertado inclui diversos serviços não existentes atualmente na gestão, como por

exemplo: manutenção em todos os turnos de operação, equipamentos extras por fábrica, manutenção dos carrinhos internos da operação, sistema de rastreamento integrado, entre outros. Desta forma se torna economicamente viável a nova proposta.

Por fim, o objetivo geral esperava desenvolver uma metodologia de gestão de equipamentos logísticos utilizando os conceitos de WCM como base. Tal objetivo foi cumprido, uma vez que a aplicação dos conceitos se mostrou satisfatória e reduziu consideravelmente os gastos com manutenção e locação.

Ao aplicar os conceitos apresentados, seguindo rigorosamente as premissas do WCM, a integração entre fábrica e fornecedor se mostra satisfatória em relação a gestão de equipamentos, tornando assim possível desenvolver o fornecedor e ampliar as suas capacidades de execução de serviços.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou desenvolver uma metodologia de gestão de equipamentos logísticos utilizando os conceitos de World Class Manufacturing como base para este desenvolvimento. O objetivo principal somente pode ser considerado finalizado com o cumprimento dos demais objetivos específicos, necessários para o desenvolvimento e aplicação da metodologia

Os objetivos específicos giravam em torno da aplicação dos conceitos de WCM e avanço nas etapas de implementação. Cada um destes objetivos representou a aplicação e desenvolvimento da metodologia proposta, passando pela fase de levantamento e análise de dados, desenvolvimento e aplicação da metodologia proposta, e pôr fim a avaliando e comparando o resultado obtido com a gestão anterior.

Após realizar a aplicação dos passos de implementação do WCM na gestão de equipamentos, é possível verificar que a metodologia traz resultados na prática. Porém, a aplicação do método exige o comprometimento dos colaboradores e a aplicação rigorosa das ferramentas. A adaptação de alguns passos permite facilitar o entendimento do colaborar e permite uma adaptação mais rápida ao sistema implantado.

No estudo em questão, as atividades descritas foram aplicadas ao longo de cinco meses, o que impede uma visão total dos resultados, uma vez que a aplicação dos métodos exigiu uma modificação no conceito de WCM visto pela empresa. Tal mudança é gradativa e com o passar dos próximos meses, com a troca do fornecedor e exigência da utilização de todas as ferramentas a conclusão se dará de forma mais rápida e eficiente.

A principal dificuldade em aplicar na prática os conceitos, foi garantir a colaboração dos participantes e manter a aplicação, sendo necessário um trabalho constante de apresentação das melhorias e dos processos evolutivos do projeto. Com a evolução das atividades foi possível identificar um melhor acompanhamento por parte da operação, que entendeu a necessidade da aplicação e pode visualmente verificar a melhoria, tornando assim mais fácil a aplicação com o decorrer das atividades.

Outro desafio foi a proposta de troca do fornecedor, não somente financeira, mas também de trabalho, uma vez que as empresas atuando dentro da fábrica estavam concorrendo

ao posto de fornecedor único, o que em alguns casos gerou desconforto em momentos de cobranças e apresentação de resultados.

Por fim, é possível concluir que a aplicação do WCM, apesar de inicialmente ser desenvolvida para empresas do setor automobilístico, pode e deve ser aplicado em qualquer empresa que busca atingir níveis de excelência, adaptando a aplicação dos conceitos para a sua realidade, trazendo resultados excelentes para um ramo de fornecimento de serviços.

Para futuros estudos, sugere-se pesquisas sobre a aplicação dos conceitos de WCM em uma variedade maior de fornecedores, permitindo desenvolver novas parcerias e aumentando a qualidade dos serviços prestados. Com relação direta ao presente estudo, sugere-se um estudo com objetivo de reduzir a variedade de equipamentos na fábrica, tornando o sistema ainda mais padronizado.

Além disso, sugere-se um estudo em relação a classificação dos equipamentos e peças, expandindo a classificação ABC utilizada neste caso, possibilitando o aumento da vida útil dos equipamentos e reduzindo os gastos com manutenção, tanto para fornecedor quanto para cliente.

Outro ponto que pode ser explorado em trabalhos futuros é a relação entre operadores e equipamentos, uma vez que o cliente final do serviço de locação e manutenção é o operador que utiliza o equipamento durante todo o período produtivo. As informações coletadas podem ser utilizadas como indicadores de qualidade do serviço e possibilitar um comparativo com os resultados financeiros obtidos neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, Alberto L.; SANCHEZ, Otávio Próspero (Org). **Outsourcing de TI: impactos, dilemas e casos reais**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.
- ALMEIDA, Adiel T.; SOUZA, Fernando M. C. (Org). **Gestão da Manutenção na Direção da Competitividade**. 1. Ed. Recife: Editora Universitária, 2001.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BOWERSOX, Donald. J.; CLOSS, David. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2011.
- CHING, Hong. Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. - Supply chain. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimento**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- CORRÊA, Henrique L; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: o essencial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- CORTEZ, Pedro R. Lemos. et al. **Análise das relações entre o processo de inovação na engenharia de produto e as ferramentas do WCM: estudo de caso de uma empresa do setor automobilístico**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, 2010.
- FELICE, Fabio de; PETRILLO, Antonella; MONFREDA, Stanislao. **Improving Operations with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry**. InTech – Open Science Open Minds, p. 1-30, 2013.
- GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (Org.). **Método de Pesquisa**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- NOVAES, Antônio Galvão (2007) **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**.; 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- PALUCHA, K. **World Class Manufacturing model in production management**. Archives of material Science and Engineering, v. 58, n. 2, p. 227-234, 2012.
- YAMASHINA, Hajime. **Challenge to world class manufacturing**. International Journal of Quality & Reliability Management, vol 17, issue: 2, p. 132-143, 2000.
- YAMASHINA, Hajime. **WCM Introduction**. Material de treinamento da empresa, 2014.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial.** São Paulo: Atlas, 2015.