

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

THAMIRES RABELO DA COSTA

WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) EM UMA FÁBRICA DE
COMPONENTES E MÓDULOS AUTOMOTIVOS – APLICAÇÃO NA GESTÃO DE
INDICADORES DE QUALIDADE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOÃO PESSOA – PB

2019

THAMIRES RABELO DA COSTA

***WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) EM UMA FÁBRICA DE
COMPONENTES E MÓDULOS AUTOMOTIVOS – APLICAÇÃO NA GESTÃO DE
INDICADORES DE QUALIDADE***

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido e apresentado no âmbito do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica, sob orientação do Prof. Me. Jailson Ribeiro de Oliveira.

JOÃO PESSOA – PB

2019

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C837v Costa, Thamires Rabelo da.

World Class Manufacturing (WCM) em uma fábrica de componentes e módulos automotivos - Aplicação na gestão de indicadores de Qualidade / Thamires Rabelo da Costa. - João Pessoa, 2019.

70 f. : il.

Orientação: Prof Me Jailson Ribeiro de Oliveira.
Monografia (Graduação) - UFPE/CT.

1. Manufatura de Classe Mundial. Fabricação de peças. 2. Indicadores de qualidade. Melhoria de processos. 3. Indústria automobilística. I. Oliveira, Prof Me Jailson Ribeiro de. II. Título.

UFPE/BC

THAMIRES RABELO DA COSTA

**WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) EM UMA FÁBRICA DE
COMPONENTES E MÓDULOS AUTOMOTIVOS – APLICAÇÃO NA GESTÃO
DE INDICADORES DE QUALIDADE**

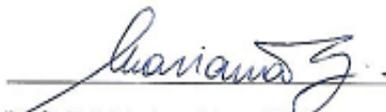
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da UFPB, defendido em **16/07/2019**, obtendo o conceito **APROVADO**, sob avaliação da banca examinadora a seguir:



Prof. Me. Jailson Ribeiro de Oliveira – Orientador – DEP/CT/UFPB



Profª. Drª. Lígia de Oliveira Franzosi Bessa – Membro - DEP/CT/UFPB



Profª. Drª. Mariana Moura Nóbrega – Membro - DEP/CT/UFPB

JOÃO PESSOA – PB

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Autor e consumidor da minha fé, **Deus**, no qual tem me sustentado através da Sua graça e me conduzido e fortalecido conforme a Sua vontade para que eu chegasse até aqui.

Aos meus **pais**, maiores incentivadores da minha trajetória acadêmica. Que representam a minha base, meu alicerce. Obrigada por estarem sempre comigo e pelo amor incondicional dispensado a mim.

À minhas **irmãs**, Thaiane e Talita pelo apoio, carinho, compreensão e conselhos.

Aos meus **amigos**, que sempre me apoiaram e foram um ombro amigo nos dias adversos durante a graduação e na realização deste trabalho. Sou grata por suas vidas e por cada conselho e carinho recebidos.

Aos meus **colegas de curso**, Ieda, Rafael, Luana, Suellen e Cícero, amigos que levarei para toda a vida. Obrigada por dividirem comigo momentos bons e difíceis na universidade, que resultaram em aprendizado para nós como profissionais.

Sou grata ao **Prof. Me. Jailson Ribeiro de Oliveira**, orientador desta pesquisa, pela atenção, disponibilidade, paciência, pelos conselhos e pela dedicação no direcionamento da realização deste TCC e também os ensinamentos durante o curso.

Às professoras, **Dr^a. Lígia de Oliveira Franzosi Bessa** e **Dr^a. Mariana Moura Nóbrega** por contribuírem para meu desenvolvimento durante a graduação, através de seus ensinamentos com projeto/monitora além da sala de aula e pela participação na fase final do curso de graduação.

Porque Dele, por meio Dele e para Ele, são todas as coisas.

Romanos 11:36

COSTA, Thamires Rabelo da. **World Class Manufacturing (WCM) em uma fábrica de componentes e módulos automotivos – Aplicação na gestão de indicadores de qualidade. 2019. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia de Produção Mecânica). UFPB/CT/DEP – Campus I – João Pessoa – PB.

RESUMO

O setor automotivo tem importante participação na estrutura industrial mundial, e apesar do cenário macroeconômico desfavorável, o mercado de veículos segue aquecido (Anfavea, 2019). Com o aumento das vendas e visando a elevada competitividade global do setor automobilístico, as empresas são impulsionadas a reduzir custos, melhorar a qualidade e aumentar o seu nível de serviço. Como estratégia competitiva, as empresas devem investir em utilização de ferramentas avançadas e eficientes na resolução de problemas, visando eliminar perdas e desperdícios com as atividades que não agregam valor. O presente estudo trata-se da aplicação da adaptação dos sete passos para resolução de problemas (*problem solving*) da metodologia *World Class Manufacturing* (WCM) na gestão de indicadores da qualidade por meio de um projeto de melhoria contínua (*major kaizen*). A empresa objeto de estudo é uma fornecedora de componentes e módulos automotivos, que conta com aproximadamente 500 funcionários. O fluxo de processo do método de gestão de indicadores da empresa é composto de muitas etapas lentas e manuais, e por dia, gastam-se 128 minutos nessa atividade, demandando um tempo considerável com atividades NVAA (Não agregam valor). Esta pesquisa visa identificar a causa raiz do elevado tempo demandado na realização da apresentação dos indicadores da qualidade, e consiste em um estudo de caso, classificada como descritiva e exploratória, com abordagens qualitativa e quantitativa. A coleta de dados foi realizada através de observação direta participante do processo, das planilhas e através de treinamentos e estudos sobre o tema. A fim de alcançar os objetivos, utilizou-se as ferramentas da qualidade do WCM para identificar a causa raiz e como proposta de melhoria foi sugerida uma nova configuração de apontamento da produção, através do *SharePoint* (Plataforma de compartilhamento de dados que pode ser utilizada como site) e criação de *Dashboards* no *Power Bi*. A aplicação das ferramentas possibilitou à empresa a obtenção de dados confiáveis auxiliando na tomada de decisão, além de reduzir o tempo com atividades que não agregam valor em 59%, alocando a mão de obra para outra atividade que agregue conhecimento e crescimento para a empresa

Palavras Chave: Manufatura de Classe Mundial. Fabricação de peças. Indicadores de Qualidade. Melhoria de processos. Indústria automobilística

COSTA, Thamires Rabelo da. World Class Manufacturing (WCM) in a factory of automotive components and modules - Application in the management of quality indicators. 2019. 70f. Course Conclusion Paper (Bachelor of Mechanical Production Engineering). UFPB / CT / DEP - Campus I - João Pessoa - PB.

ABSTRACT

The automotive sector plays an important role in the global industrial structure, and despite the unfavorable macroeconomic scenario, the vehicle market is still hot (Anfavea, 2019). With increasing sales and aiming at the global competitiveness of the auto industry, companies are driven to reduce costs, improve quality and increase their level of service. As a competitive strategy, companies should invest in using advanced and efficient problem-solving tools to eliminate loss and waste from non-value-added activities. The present study deals with the application of the adaptation of the seven problem solving steps of the World Class Manufacturing (WCM) methodology to the management of quality indicators through a major improvement project (major kaizen). The company being studied is a supplier of automotive components and modules, with approximately 500 employees. The process flow of the company's indicator management method is made up of many slow, manual steps, and per day, 128 minutes are spent on this activity, requiring considerable time for NVAA activities. This research aims to identify the root cause of the high time demanded in the presentation of quality indicators, and consists of a case study, classified as descriptive and exploratory, with qualitative and quantitative approaches. Data collection was performed through participant direct observation of the process, spreadsheets and through training and studies on the subject. In order to achieve the objectives, the WCM quality tools were used to identify the root cause and as a proposal for improvement a new production pointing configuration was suggested through SharePoint (Data Sharing Platform that can be used as a site) and dashboards creation in Power Bi. The application of the tools enabled the company to obtain reliable data to assist in decision making, reducing the time with activities that do not add value by 59%, allocating the workforce to another activity that adds knowledge and growth for the company.

Keywords: World Class Manufacturing. Manufacturing of parts. Quality Indicators. Process improvement. Automotive Industry

LISTA DE SIGLAS

AM	Autonomous Maintenance
CD	Cost Deployment
5WHY	5 POR QUÊS
EEM	Early Equipment Management
ENE	Environment and Energy
EPM	Early Product Management
FI	Focused Improvement
HERCA	Human Error Root Cause Analysis
JIT	Just in Time
KPI	Key Performance Indicators
LCS	Logistics and Customer Service
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MTO	Make To Order
NVAA	Atividades que não agregam valor
PD	People Development
PDCA	Plan (Planejar), Do (Fazer), Check (Checar) e Act (Agir)
PM	Professional Maintenance
PN	Part Number
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
4M	Machine, Method, Material, Man
STP	Sistema Toyota de Produção
TIE	Engenharia Industrial Total
TOM	Total Productivity Maintenance
TQC	Total Quality Control
TQM	Quality Maintenance Total
TWTP	The Way To Teach People
WCM	World Class Manufacturing

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Princípios de funcionamento do WCM	14
Figura 02 – Dados de Vendas de automóveis e Produção (Em mil unidades e acumulado)	17
Figura 03 - Lucro operacional da Chrysler com implantação do WCM	18
Figura 04 - Pilares do WCM	22
Figura 05 – Pilares gerenciais do WCM	25
Figura 06 - Steps do WCM (FI)	28
Figura 07 - 5W 1H	29
Figura 08 - Lógica dos 5 (Por quês)	30
Figura 09 - Diagrama de Causa e Efeito	31
Figura 10 - Ciclo PDCA	32
Figura 11 - Exemplo de Dashboard no Power Bi	36
Figura 12 - Variáveis da pesquisa	39
Figura 13 - Fluxograma do processo produtivo da Estamparia	42
Figura 14 - Quantidade de PNs produzidos por linha (Stamping)	43
Figura 15 - Quantidade de PNs produzido por linha (WELDING)	43
Figura 16 - Fluxo de elaboração dos Indicadores da Qualidade	46
Figura 17 - Planta baixa da AMC (SP4)	46
Figura 18 - Controle de Produção da AMC	47
Figura 19 - Modelo da Planilha utilizada na Gestão de Indicadores	48
Figura 20 - Tempo por Atividade da Gestão de Indicadores	49
Figura 21 - Cronograma do projeto	50
Figura 22 - Aplicação do 5W1H	51
Figura 23 - Fluxograma do procedimento de gestão de indicadores	52
Figura 24 - Objetivo do projeto	53
Figura 25 - Análise das causas	54
Figura 26 - Análise das possíveis causas	55
Figura 27 - 5 Por quês (Análise da Causa Raiz)	56
Figura 28 - Ação para a causa raiz encontrada	56
Figura 29 - Plano de Ação	58
Figura 30 - Indicadores de Refugo no Power Bi	60
Figura 31 - Sistema de apontamento da produção (SAW)	60
Figura 32 - Ganhos do projeto (minutos)	61
Figura 33 - Tempo atual com o método implantado	61

LISTA DE EQUAÇÕES

Quantidade de boletas.....	45
Peso das boletas (PQ).....	45
PIQ (<i>Performance Index Quality</i>)	45
PPM (NC).....	45
PPM (IR)	45
Refugo.....	45
Retrabalho	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo geral.....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	JUSTIFICATIVAS.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	EXCELÊNCIA OPERACIONAL.....	20
2.2	<i>WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM)</i>	21
2.2.1	Steps do WCM.....	27
2.3	FERRAMENTAS BÁSICAS DO WCM.....	28
2.3.1	5W1H.....	29
2.3.2	Cinco Por quês (5 Why's)	29
2.3.3	Diagrama de causa e efeito (Ishikawa).....	30
2.3.4	Ciclo PDCA.....	31
2.4	AS SETE FERRAMENTAS DO WCM.....	32
2.5	INDICADORES DE DESEMPENHO (<i>PERFORMANCE</i>).....	33
2.5.1	<i>Power Bi</i>.....	35
2.5.2	<i>SharePoint</i>.....	36
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
3.1	ABORDAGEM E TIPO DA PESQUISA	38
3.2	AMBIENTE DA PESQUISA	38
3.3	SUJEITOS DA PESQUISA	38
3.4	VARIÁVEIS DA PESQUISA	39
3.6	TRATAMENTO DOS DADOS.....	39
4	RESULTADOS	41
4.1	DESCREVER O PROCESSO PRODUTIVO DA AMC.....	41
4.2	INDICADORES DA QUALIDADE DA FÁBRICA.....	44
4.3	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INDICADORES DA QUALIDADE.....	46
4.4	APLICAÇÃO DO <i>PROBLEM SOLVING</i> ATRAVÉS DO <i>MAJOR KAIZEN</i>	49
5	CONCLUSÃO.....	63
5.1	RECOMENDAÇÕES PARA A EMPRESA	64
5.2	SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS	64
	REFERÊNCIAS	65
	Apêndice A – Roteiro de observação participante	69

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo trata-se do **Trabalho de Conclusão de Curso** da graduação em **Engenharia de Produção Mecânica** da UFPB.

Consiste em um **estudo caso**, em uma empresa **fornecedora de componentes automotivos** (atribuído o nome fictício de AMC), integrante de um polo automobilístico de uma montadora de veículos que atua no mercado brasileiro desde 2014.

O estudo tem natureza **qualitativa e quantitativa**, abordando a aplicação de uma adaptação dos sete passos para resolução de problemas (*problem solving*) da **World Class Manufacturing** (WCM), através de um tipo de projeto de melhoria (*Major Kaizen*), para otimização do processo de gestão de indicadores da qualidade de fabricação de peças (conjunto soldados, estampados, tanques e pedaleiras).

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O Sistema Toyota de Produção (STP) instituído por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno teve origem ao final da década de 50 no Japão após o fim da Segunda Guerra Mundial. O STP é um conjunto e combinação de princípios e métodos da qualidade, da administração científica e das tradições culturais japonesas (SUAREZ, 2018). O método possibilita que equipes de trabalho otimizem qualidade e produtividade através da melhoria contínua, sendo a eliminação de custos através da eliminação das perdas e desperdícios (atividades que geram custo e não agregam valor ao produto) o objetivo principal do STP (KARLSSON; AHLSTRÖM, 1996).

Como pilares de funcionamento, o STP possui o JIT (Just In Time) e o Jidoka (autonomação). O JIT em por objetivo identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção (GHINATO, 2000). E o Jidoka, consiste em facultar ao operador (ou à máquina) a autonomia de interromper a operação sempre que for detectada qualquer anormalidade ou quando a quantidade planejada de produção for atingida.

Segundo Suarez (2018) o sistema é vivo e tem evoluído ao longo do tempo, assim como a visão interna e externa de seus princípios, métodos e funcionamento, além disso, cabe observar que a mensuração de *inputs*, processos e *outputs* dos sistemas produtivos foram e continuam sendo prioridades em diferentes ambientes de negócios, inclusive na Indústria

automobilística - Berço da grande revolução promovida pelo STP. Ainda a esse respeito se destacam esforços de medição de fatores como perdas, desperdícios, entre outros.

Tratando-se desses fatores, o WCM surge como estratégia para mitigação dessas perdas, pois, foi percebido que os métodos existentes de medir a excelência das organizações de produção, especialmente aqueles que fazem os produtos de acordo com as ordens de serviço (MTO - *Make To Order*) não atendiam mais a solicitações, e foi necessário desenvolver um novo conceito que, em além de uma descrição mais realista dos processos, permite *benchmarking* no nível global (ARSOVSKI, ĐOKIĆ E ĐOKIĆ, 2011).

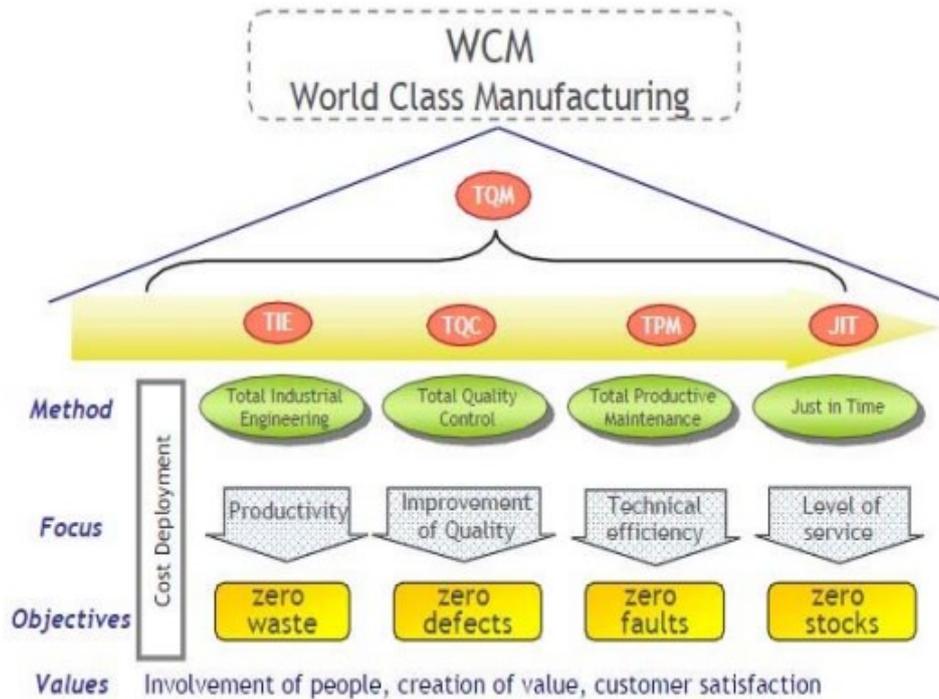
O WCM teve origem no Sistema de Toyota de Produção, e o primeiro registro do termo foi feito por Richard Schonberger, responsável pela introdução de diversas técnicas de produção nipônicas, como o *just in time*, nos Estados Unidos (MARTINS, 2011). Portanto, como um sistema estruturado, o WCM foi desenvolvido pela Fiat e empresas parceiras em 2005. O professor emérito da Kyoto University no Japão, Hajime Yamashina desempenhou um papel fundamental nesse desenvolvimento (NETLAND, 2013).

Yamashina (2000) define o WCM como um sistema abrangente para melhorar a produtividade, reduzir falhas e melhorar a qualidade, envolvendo todos os funcionários no tempo e recursos desperdiçados, causados pela confiabilidade e desempenho operacional abaixo do padrão do sistema de produção. Além disso, afirma que o poder do WCM está no envolvimento dos funcionários na busca pela melhoria contínua.

O principal objetivo do sistema é eliminar as perdas e os desperdícios do processo e, para isso, utiliza as grandes metodologias de combate às ineficiências produtivas (perdas): JIT, TQM (*Total Quality Maintenance*) e TPM (*Total Productivity Maintenance*) (MARTINS, 2016). O sistema tem como pressupostos o envolvimento de todos os funcionários da empresa e a utilização de métodos, padrões e ferramentas robustas exigidas pela produção de classe mundial (ARSOVSKI, ĐOKIĆ E ĐOKIĆ, 2011).

A Figura 01 a seguir apresenta a síntese do WCM e seus princípios.

Figura 01 – Princípios de funcionamento do WCM



Fonte: Arsovski, Đokić e Đokić, (2011)

A Figura 01 representa o funcionamento da metodologia WCM, e pode-se observar que o WCM conecta sua evolução com os princípios da *Total Quality Management* – TQM (Gestão da Qualidade Total) da *Total Productivity Maintenance* – TPM (Manutenção Produtiva Total) da *Total Industrial Engineering* – TIE (Engenharia Industrial Total) e o *Just in Time*- JIT (sempre no tempo).

Baseando-se em Yamashina (2010), ao analisar a Figura 01, a metodologia WCM é uma visão sustentada no TQM, cujos pilares são os métodos TIE, TQC, TPM e JIT, tendo como focos respectivamente a produtividade, a melhoria da qualidade, a eficiência técnica e o nível de serviço, e cujos objetivos são, respectivamente, zero desperdícios, zero defeitos, zero falhas e zero estoques. Esse sistema apresenta como valores o envolvimento das pessoas, a criação de valor e a satisfação dos clientes.

“Sem o TQM o WCM não pode ser materializado” – Sob esta assertiva de Yamashina (2010), analogamente, o WCM requer TQM como o cérebro, JIT como o sistema nervoso e TPM como os músculos.

Para atender aos requisitos do WCM no polo automotivo, a empresa objeto de estudo, a AMC precisa praticar um conjunto de ações e processos que assegurem a busca da melhoria

contínua e persiga a excelência operacional, em conformidade com os requisitos da empresa âncora (montadora).

Periodicamente, as empresas do polo automotivo (*Supply Park*) e a montadora passam por processo de Auditoria de WCM, com a finalidade de garantir que os processos estão melhorando continuamente bem como assegurar a excelência dos mesmos. Para melhorar continuamente seus processos e alavancar os resultados do negócio, a AMC realiza *benchmarking* com empresas do *Supply Park* e com a própria montadora.

No WCM o nível de cada empresa é avaliado através da profundidade da aplicação do método e pelo seu processo de expansão, essa avaliação é realizada por auditores. O sistema de auditoria se desenvolve em vários níveis: inclui as auditorias internas que são efetuadas pelos grupos de implementação e as auditorias externas de pontuação para validar o nível da empresa nas classes: bronze, prata e ouro (SILVA, 2016). As auditorias geralmente são realizadas duas vezes ao ano, mas, podendo ser apenas uma única vez no ano, esse fator vai depender dos objetivos de cada empresa.

A pontuação de cada pilar é avaliada de 0 a 5 pontos. Os 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais resultam 100 pontos distribuídos (máximo). Os níveis são alcançados segundo uma pontuação determinada: 50 pontos é bronze; 60 pontos é prata; 70 pontos é ouro. Acima de 85 pontos atinge-se a categoria maior, isto é, a empresa é considerada uma planta de classe mundial (MARTINS, 2016).

Cada pilar do WCM possui requisitos básicos para alcance dos pontos (*scores*). Esses requisitos aumentam o nível (*level*) a medida que os scores são maiores, saindo de abordagens reativas para preventivas e/ou proativas na resolução de problemas a fim de atingir zero falhas/defeitos.

A empresa iniciou a aplicação da metodologia WCM em meados de 2017, através do conhecimento básico teórico da alta liderança. Com isso, foram necessárias as definições de líder e Co-líder dos pilares para disseminar o WCM na planta. Vale salientar que a aplicação não aconteceu rapidamente, pois a metodologia deve integrar como parte da rotina da empresa de modo a envolver a todos a fim de que todos tenham um mesmo objetivo relativo ao crescimento do nível da empresa como classe mundial.

Na última auditoria de WCM realizada na AMC, em junho de 2019, a planta obteve com a soma dos scores de cada pilar técnico e gerencial, um resultado de 47 pontos. A planta está avançando, mas precisa trabalhar fatores que são críticos e que são definitivos no crescimento desses níveis de cada pilar. Uma das maiores dificuldades existentes na AMC em

relação a aplicação da metodologia é no envolvimento e conhecimento de todos da planta sobre o WCM, não apenas da alta liderança, mas das pessoas chão de fábrica, pois é importante que seja de conhecimento de cada um o que podem melhorar suas atividades diárias continuamente e a maneira como podem assim realizar. Também é válido destacar a insuficiente integração entre as áreas da empresa. Essa integração é importante pois facilita na identificação e no controle das ocorrências de problemas, mantendo uma abordagem preventiva e/ou proativa, aumentando o nível dos pilares e conseqüentemente o nível da empresa como um todo.

Mediante esse contexto, é relevante responder à seguinte questão de pesquisa: **De que forma a aplicação da metodologia WCM contribui à melhoria do método de gestão de indicadores da qualidade em uma fábrica de componentes e módulos automotivos?**

1.2 OBJETIVOS

Para orientar a realização do estudo foram definidos objetivos, tanto numa perspectiva macro (geral) quanto micro (específicos).

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a contribuição da metodologia WCM à melhoria do método de gestão de indicadores da Qualidade em uma fábrica de componentes e módulos automotivos.

1.2.2 Objetivos específicos

O presente objetivo geral foi desdobrado em um conjunto de objetivos específicos, de modo a sustentar e viabilizar seu alcance, conforme a seguir:

- ✓ Descrever o processo produtivo das Unidades da AMC no *supply park*;
- ✓ Descrever os indicadores da qualidade das Unidades da AMC no *supply park*;
- ✓ Descrever o método de gestão de indicadores da qualidade da AMC no *supply park*;
- ✓ Aplicar os sete passos para resolução de problemas (*Problem Solving*) através de um *major kaizen* no método de gestão de indicadores da AMC.

1.3 JUSTIFICATIVAS

O setor automotivo tem importante participação na estrutura Industrial mundial. No Brasil, representa cerca de 22% do PIB industrial. Devido aos seus encadeamentos, é um setor cujo desempenho pode afetar significativamente a produção de vários outros setores industriais (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 2018).

De acordo com o Automotive Business (2019), apesar do cenário macroeconômico desfavorável, o mercado de veículos segue aquecido. Os dados mais recentes da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, (Anfavea), que reúne as fabricantes, mostram que as vendas avançaram 12,5% no acumulado do ano até maio e a produção voltou a crescer, puxada pelo desempenho das vendas domésticas, conforme ilustra a Figura 02.

Figura 02 – Dados de Vendas de automóveis e Produção (Em mil unidades e acumulado)



Fonte: Anfavea (2019)

O cenário atual competitivo tem apresentado um elevado crescimento, visto que a Indústria automobilística mundial passa por inúmeras mudanças em termos tecnológicos e organizacionais além de se caracterizar por um padrão de concorrência no qual a competição entre as montadoras tem sido pautada por um importante movimento de fusões e aquisições, uma regionalização de mercados e um processo de diferenciação significativa de produtos (MEZA, 2003).

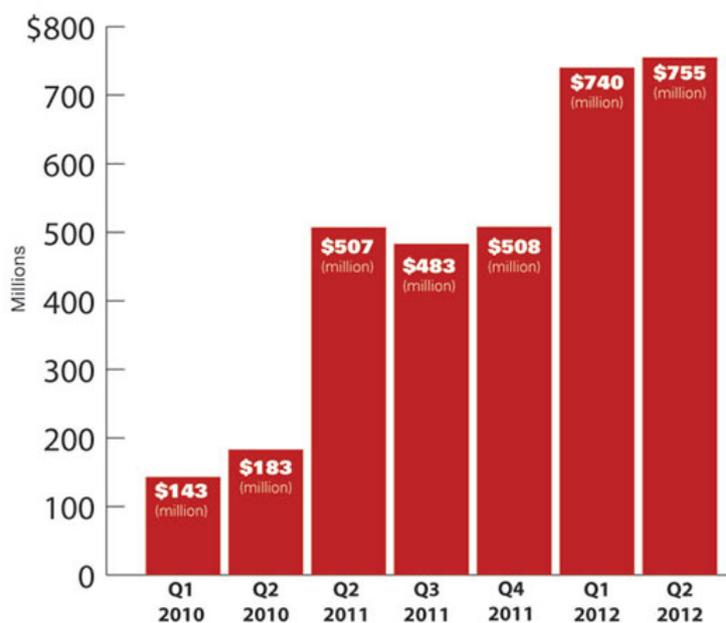
Essa competitividade global impulsionou as empresas a reduzir custos, melhorar a qualidade, desenvolver produtos para alcançar alto desempenho, oferecer um portfólio maior

de produtos para os clientes e fornecer serviços melhores e mais dinâmicos (DIGALWAR; SANGWAN, 2007). Além disso, as organizações precisam desenvolver estratégias através de utilização de ferramentas avançadas e eficientes na resolução de problemas, visando eliminar perdas e desperdícios, e a conseqüente redução de custos com atividades que não agregam valor ao produto final.

Ressalta-se ainda a importância de uma parceria estratégica entre as montadoras e seus fornecedores a nível mundial, pois empresas com manufatura de classe mundial demandam fornecedores de classe mundial, tendo em vista que eles participam no desenvolvimento dos produtos baseados em *co-design* (TESTORE, 1998).

A Chrysler passou por uma fase difícil em meados do ano de 2010, segundo Mauro Pino, chefe da fabricação de classe mundial na Chrysler (CABLE, 2012), “a espetacular reviravolta da Chrysler foi impulsionada por uma transformação de suas operações de fabricação”. A implantação do WCM produziu resultados significativos em dois anos. Na Figura 03, pode-se visualizar o lucro operacional modificado da Chrysler do ano de 2010 a 2012, e conforme relatado pela montadora, ilustra o retorno da Chrysler.

Figura 03 - Lucro operacional da Chrysler com implantação do WCM



Fonte: Cable (2012)

Em relação ao polo automotivo e a AMC, a aplicação de ferramentas do WCM possibilita a melhoria contínua de seus processos, não apenas os processos do chão de fábrica,

mas relativos a gestão de informações, fazendo com o que o processo de tomada de decisão esteja baseado em métodos confiáveis de cálculo e de armazenamento de dados, para todas as unidades operativas da planta da AMC no polo. Este trabalho ainda acrescenta ao portfólio da empresa um documento de caracterização, anteriormente inexistente, na aplicação das melhorias e ferramentas úteis no âmbito industrial, e ainda, na descrição e identificação de outros problemas e sugestões de melhorias para trabalhos futuros, contribuindo assim para um melhor desempenho da organização mediante aos seus clientes.

A relevância deste trabalho na Engenharia de Produção se dá pelo crescimento de documentos relacionados ao tema, devido à escassez de pesquisas nessa temática, principalmente no Brasil, pois são mais comuns literaturas internacionais sobre o tema. Ainda, contribui na aplicação, desenvolvimento e disseminação de atividades e ferramentas não abordadas e/ou apenas comentadas em sala de aula.

Para a autora, este trabalho contribuiu para o aprofundamento dos conhecimentos sobre o tema e do funcionamento do WCM na empresa, familiaridade dos os dados do processo produtivo e dos métodos de gestão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos tópicos a seguir será abordada a fundamentação teórica do trabalho. As bases de dados utilizadas foram fontes nacionais e internacionais, teses, dissertações e artigos de periódicos, bem como, trechos de livros de autores renomados nas áreas. Os tópicos a serem abordados serão a metodologia WCM, seus *steps* e ferramentas como busca da melhoria contínua e a excelência operacional dos processos, bem como planos de ação de melhoria (*kaizen*) e softwares utilizados na realização do trabalho.

2.1 EXCELÊNCIA OPERACIONAL

O funcionamento eficiente das organizações demanda que os processos sejam gerenciados de maneira minuciosa, devido ao aumento da competitividade entre as empresas, bem como da produtividade e do surgimento de inovações tecnológicas.

Por essa razão, nota-se a importância de conhecer e controlar todos os métodos existentes e aplicados no ambiente corporativo. As empresas são definidas como um grande processo, que recebe e processa insumos, informações e recursos do ambiente, tendo como resultados produtos, informações e/ou serviços (NASCIMENTO e NASCIMENTO, 2015).

As organizações visam potencializar os lucros e, conseqüentemente, liderar o mercado em seus segmentos. Para que esse resultado seja alcançado, é necessário que os processos sejam melhorados de maneira contínua, com excelência operacional em suas metodologias de trabalho.

A excelência operacional surge como estratégia em mercados nos quais a relação qualidade/preço é a maior determinante da competitividade de produtos ou serviços. A estratégia de excelência operacional implica desenvolver e colocar no mercado produtos/serviços que otimizem a relação qualidade/preço (FLEURY e FLEURY, 2003).

Na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua dos processos, focado na qualidade dos produtos, principalmente na visão do cliente, podemos citar a metodologia *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta), que surgiu no Japão em meados da década de 80 e possui um conceito de produzir mais com menos recursos. Foi denominada “*Lean Manufacturing*” por James P. Womack e Daniel T. Jones, no livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, reportando um estudo sobre a indústria automobilística mundial, realizado nos anos 80 pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) (REZENDE et al., 2015).

O sistema de gestão da Manufatura Enxuta surge como uma metodologia eficaz na eliminação de perdas e eficiente na maximização da produtividade da empresa e da qualidade dos produtos. Este método vem ganhando cada vez mais aceitação dentro das organizações, pois sua implantação e uso adequados promovem excelência em produtos e processos, eliminando perdas por meio da mitigação dos desperdícios (FLYNN; SCHROEDER; FLYNN, 1999).

As empresas ocidentais precisavam achar uma maneira de se tornarem competitivas, assim foi surgindo o conceito de classe mundial, ou seja, competir pela primazia, pela liderança de mercado. Foi uma questão de tempo até surgir a *World Class Manufacturing*, traduzida como Manufatura de Classe Mundial, tendo sido aplicado de forma sistemática e bem-sucedida pela FIAT no ano de 2009, salvando a Chrysler da falência. (CABLE, 2012). Essa incrível transformação é creditada em parte ao WCM como um programa de mudança, além de que as empresas que participam obtêm o benefício de um *benchmark* de classe mundial das outras empresas participantes (NETLAND, 2013). O WCM pode ser dessa forma visto como uma adaptação do *Lean Manufacturing* voltado a atender algumas características culturais do ocidente, como a ansiedade por resultados mais imediatos.

O WCM, metodologia que consiste na junção de várias outras filosofias de redução de perdas, trata-se de uma abordagem que consiste em criar um método sistemático de redução de perdas (CHRISTO, 2015).

2.2 *WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM)*

O WCM é um sistema de gestão integrado de redução de custos e visa otimizar áreas, como: Logística, Qualidade, Manutenção e Produtividade para níveis de classe mundial, através de um conjunto estruturado de métodos e ferramentas.

O termo WCM foi introduzido por Hayes e Wheelwright em 1984 para descrever as organizações competitivas a nível mundial, com programas de desenvolvimento dos colaboradores e das suas competências técnicas, equipes de gestão competentes e projetos de melhoria da qualidade, envolvendo todos os funcionários da empresa (FLYNN; SCHROEDER; FLYNN, 1999).

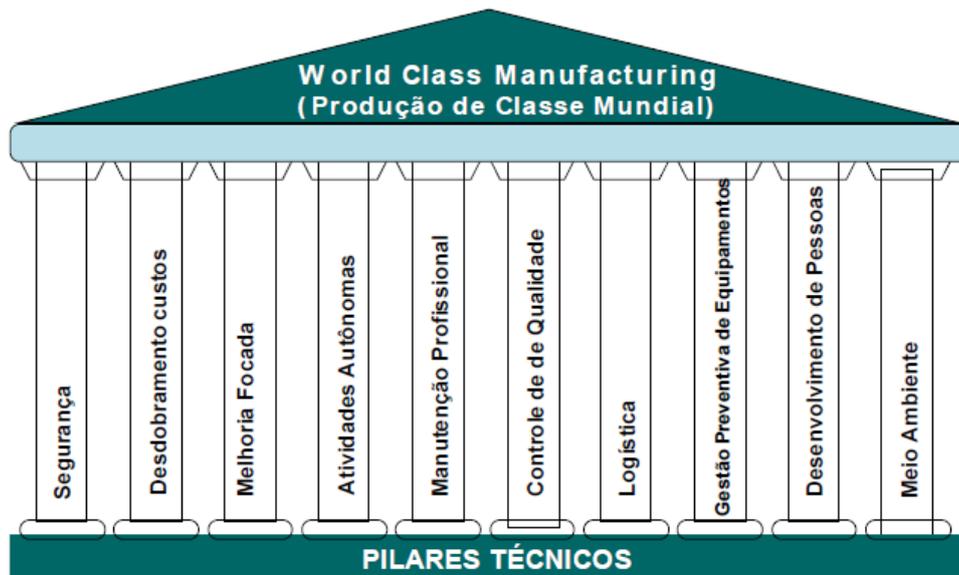
O objetivo do WCM é a obtenção de padrões de classe mundial, garantindo a melhoria contínua do desempenho da produção, redução de desperdício, flexibilidade do processo, satisfação do cliente por meio do envolvimento e motivação das pessoas. Isto significa que

uma empresa pode competir no cenário global com aquelas que apresentam o mais alto padrão de desempenho manufatureiro (FELICE; PETRILLO; ZOMPARELLI, 2018).

Apesar da metodologia abordar diversos pilares com metas e objetivos distintos, eles estão intimamente relacionados uns aos outros e um sem o outro não pode funcionar. Assim, os pilares são como uma corrente encadeada, construída sobre a outra e a sua cooperação, dando suporte ao templo WCM (Figura 04) da empresa (YAMASHINA, 2010).

Os pilares técnicos representam os aspectos relacionados à produção sobre os quais se estruturam uma Manufatura de Classe Mundial. Cada um desses pilares apresenta objetivos específicos a serem implementados pela organização para o desenvolvimento do sistema (CORTEZ, 2010).

Figura 04- Pilares do WCM



Fonte: Martins (2016)

Os pilares técnicos são conceitualmente apresentados a seguir:

- a) **Segurança no Trabalho:** O pilar busca uma mudança para uma cultura preventiva com foco em segurança, com o objetivo reduzir o número de acidentes, além da melhoria ergonômica do ambiente de trabalho para garantir um local de trabalho totalmente seguro. (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013)

- b) Desdobramento de Custos – *Cost Deployment* (CD): É o pilar responsável pela análise das perdas e ganhos. Tem como objetivo identificar as principais perdas da cadeia através da implementação de uma matriz de custos e repassar essas informações para todos os outros pilares de forma que cada pilar possa, de maneira estratégica e eficaz, atacar aquelas perdas que trarão maior retorno para a companhia. Considerado por Yamashina (2014) como o conceito de maior importância do WCM, uma vez que os planos de ações definidos pelos outros pilares tenham um objetivo único e uma justificativa real e coerente com o desenvolvimento/ambiente da companhia (JOAQUIM, 2017).

- c) Melhoria Focada – *Focused Improvement* (FI): O pilar de FI objetiva atacar as perdas que são mais significativas em conformidade com a Matriz C de custos. Ele busca eliminar as ineficiências e as atividades que não agregam valor com o intuito de aumentar a competitividade do custo do produto. Além de dar suporte metodológico para todos os outros pilares (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

- d) Manutenção Autônoma – *Autonomous Maintenance* (AM): Tem como objetivo aumentar a eficiência do equipamento através da redução e eliminação de quebras por condição básica, além de promover melhorias para o posto de trabalho (YAMASHINA, 2014).

- e) Manutenção Profissional – *Professional Maintenance* (PM): Facilita a colaboração e o comprometimento entre o manutentor e o operador de forma a reduzir quebras aplicando técnicas de análise de falhas. Desenvolve a cultura de práticas de manutenção com o intuito de prorrogar a vida útil dos equipamentos (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

- f) Controle de Qualidade – *Quality Control* (QC): Segundo (Felice, et al. 2013) o principal objetivo do pilar QC é a satisfação dos clientes, atender as suas necessidades e visa reduzir a produção de produtos não conformes no processo.

- g) Logística e atendimento ao cliente – *Logistics and Customer Service* (LCS): Tem como objetivo a definição de um fluxo eficiente, garantindo a redução do estoque, minimizando a movimentação de materiais e promovendo o abastecimento dos materiais diretamente na linha de produção. Redução de estoque, movimentação de materiais e fluxo logístico

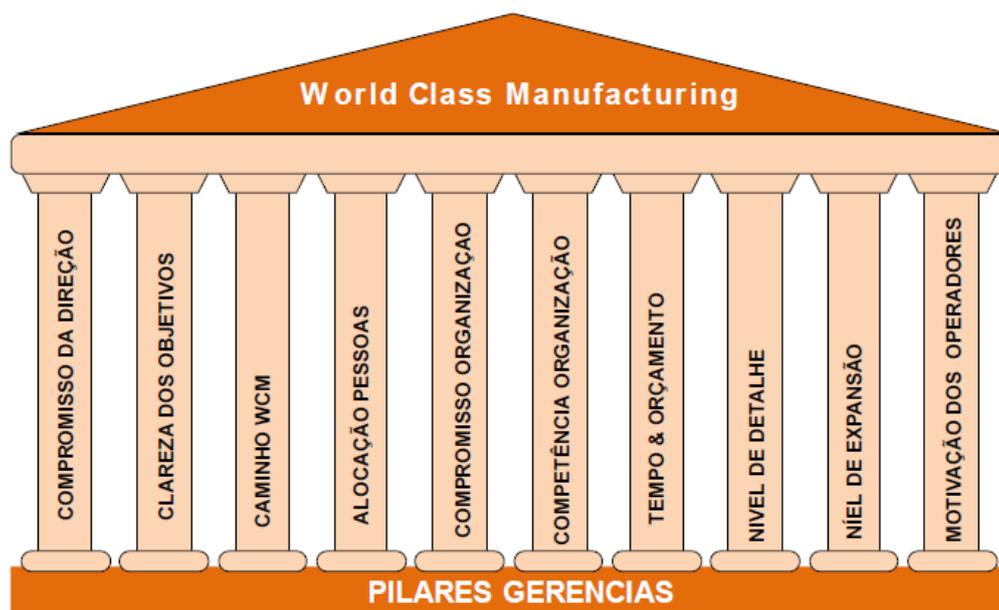
(FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

- h) Gestão Preventiva de Equipamentos - *Early Equipment Management* (EEM) *Early Product Management* (EPM): O pilar objetiva garantir que os equipamentos tenham um desempenho elevado para que possa competir no mercado, além de implementação de equipamentos com melhores performances e baixos custos (YAMASHINA, 2014).
- i) Desenvolvimento de Pessoas – *People Development* (PD): O pilar PD envolve o desenvolvimento de cada funcionário da empresa. Segundo Yamashina (2014) é necessário desenvolver pessoas competentes para cada grau de forma a garantir a implementação do WCM. Dessa forma, o pilar de PD garante um sistema estruturado para desenvolver e treinar as pessoas de acordo com as competências necessárias para cada cargo.
- j) Meio Ambiente e Energia – *Environment and Energy* (ENE): Segundo (Felice, et al. 2013), o pilar garante o desenvolvimento da cultura de redução do consumo de energia e suas perdas em potencial bem como o cumprimento dos requisitos da gestão ambiental (ISO 14001).

Segundo Yamashina (2007), todos os 10 pilares técnicos, são “energizados” por 10 pilares gerenciais, que devem gerar um ambiente de melhoria contínua, onde todos os níveis hierárquicos estão envolvidos, desde diretores e gerentes até o pessoal de chão de fábrica, a fim de obter o máximo de benefícios com o mínimo de esforços.

Os pilares gerenciais, em suma, são a base do WCM, conforme ilustra a Figura 05 a seguir.

Figura 05 – Pilares gerenciais do WCM



Fonte: Martins (2016)

- Comprometimento da gestão: A gestão deve assumir a responsabilidade de aprender os métodos e ferramentas do WCM e transmitir os objetivos para os níveis mais baixos (operacional, funcional e setorial) com ações voltadas a serem tomadas em cascata (implantação de custos, quebra de implantação, etc). Uma organização em que há a ausência do apoio da gestão está fadada ao fracasso na excelência do desempenho do nível de classe mundial.
- Objetivos claramente definidos: Os objetivos da organização devem ser claros, quantificados e comunicados a todos os funcionários. Como por exemplo, placas com todas as atividades e mensagens da maneira mais clara possível (análise de resíduos, perdas, atividades e resultados).
- Plano de atividades para WCM: é importante a elaboração do roteiro para demonstrar a todos os níveis da organização quais os caminhos do programa WCM. A administração pode visivelmente demonstrar como a planta pode ser modificada a curto, médio e longo prazo. Apresentação do valor agregado, inovação e melhoria no programa em diferente passo e suas descrições detalhadas (a curto, médio e longo prazo), resultam em termos de satisfação do cliente, o desempenho chave de uma indústria de manufatura.

- Alocação das pessoas capacitadas para áreas modelos: o envolvimento das pessoas é um conceito-chave no WCM da planta. É também essencial para o uso de engenheiros altamente qualificados e gestores em áreas especializadas colocados em um modelo para criar um bom know-how para lançar com sucesso o WCM. Isso ajuda sucessivamente os operadores envolvidos a aprender significativamente o conceito.
- Comprometimento da organização: Deve haver um comprometimento da organização em relação a implantação dos 10 pilares na empresa e é papel dela fornecer todo o suporte necessário.
- Entendimento dos métodos e ferramentas de melhoria continua para atingir os resultados: Na aplicação do WCM na organização é importante conhecer bem os vários métodos que o WCM dispõe para lidar com os desperdícios, para aplicar a técnica correta na resolução dos problemas.
- Planejamento de tarefa, alocação de recursos (tempo e dinheiro): Para atingir a melhoria continua é importante que se determine orçamentos e programas a fim de obter orientação e recursos úteis para tratar os desperdícios e perdas no processo.
- Controle dos detalhes necessários para alcançar e garantir os resultados: É necessário atentar-se aos detalhes para que haja compreensão das perdas, apresentando de maneira clara os fenômenos e mecanismos dos problemas existentes. Quando há a identificação das causas do problema e o método apropriado é aplicado, pode-se eliminar o problema para que ele não volte a ocorrer.
- Planejar a expansão para atingir os resultados (o que, onde, como e em que tempo): o conhecimento adquirido em uma área deve ser estendido a outras áreas para o máximo benefício. O programa de melhor torna-se mais alvo e o resultado é uma rápida melhora no desempenho. Para alcançar resultados substanciais, as atividades de inovação e melhoria devem ser estendidas não só dentro da fábrica, ou toda a empresa, mas também, possivelmente, para as empresas externas (fornecedores).
- Motivar os operadores para utilizar os métodos adequados para atingir os resultados: É

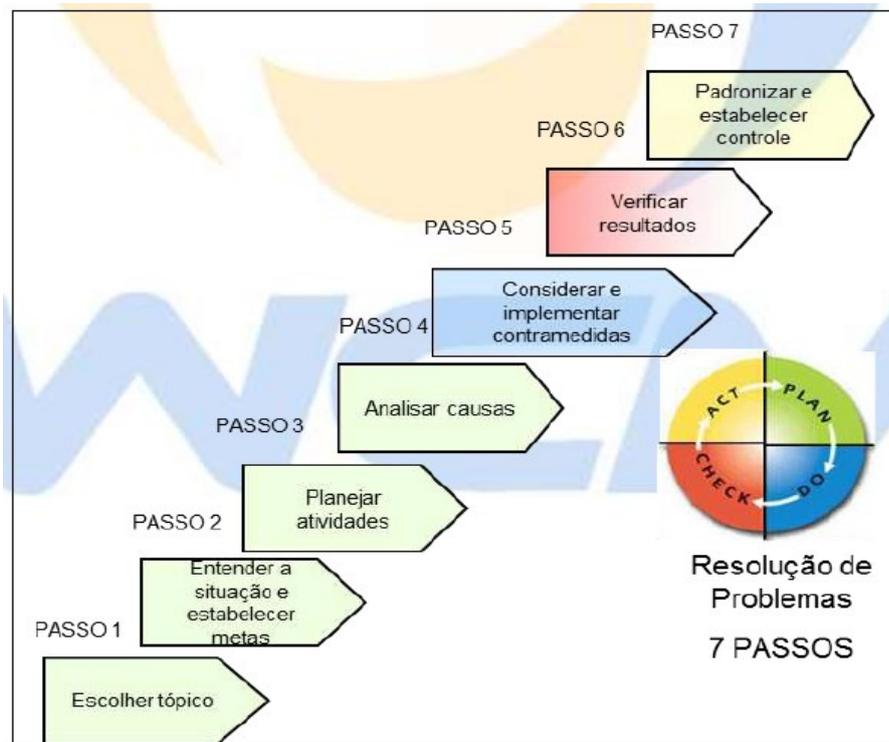
essencial o envolvimento de todos os operadores na aplicação do método. Um completo envolvimento exige um bom nível de educação e formação em todos os níveis de técnicas de abordagem (por exemplo, reativa, preventiva e proativa).

2.2.1 Steps do WCM

Com a padronização estabelecida pelo WCM, cada pilar técnico deve passar por etapas, (*steps*) onde cada um precisa cumprir certas tarefas, a fim de ir para a próxima etapa.

O WCM é desenvolvido em sete *steps*, onde são abordadas as três fases principais: reativa, preventiva e proativa. Os três primeiros *steps* representam a fase reativa (técnica comumente utilizada no gerenciamento convencional, é uma reação que já aconteceu, e é aplicada no sentido de corrigir a situação para que ela volte ao seu estado inicial). Nesta fase, os problemas são realçados e os projetos de melhoria *Kaizen* são desenvolvidos para limitar as consequências dos problemas. A segunda fase é preventiva, formada pelo quarto e quinto *steps*. Os modelos são implementados para evitar os problemas destacados na fase reativa. E, finalmente, os últimos poucos passos representam a fase proativa (técnica focada em detectar a possibilidade da falha antes que ela aconteça, através de uma análise teórica de riscos). Nesta fase, as novas metodologias, orientadas para a melhoria contínua, são implementadas para alcançar altos padrões de excelência (FELICE; PETRILLO; ZOMPARELLI, 2018). A Figura 06 aborda um exemplo dos sete passos do pilar de Melhoria Focada.

Figura 06 - Steps do WCM (FI)



Fonte: Yamashina (2012)

De acordo com Arsovski, Đokić e Đokić (2011), na aplicação dos sete passos são utilizadas diversas ferramentas do WCM, que podem ser divididas em três grupos:

- Para a descrição do problema (por exemplo, 5W1H, 5G);
- Para encontrar a causa raiz (por exemplo, 4M, 5Why); e
- Para padronizar os resultados (por exemplo, OPL, GAV).

A eficiente implementação dos passos resulta em uma solução do problema padronizada e confiável, ajudando a eliminar problemas futuros de mesma natureza.

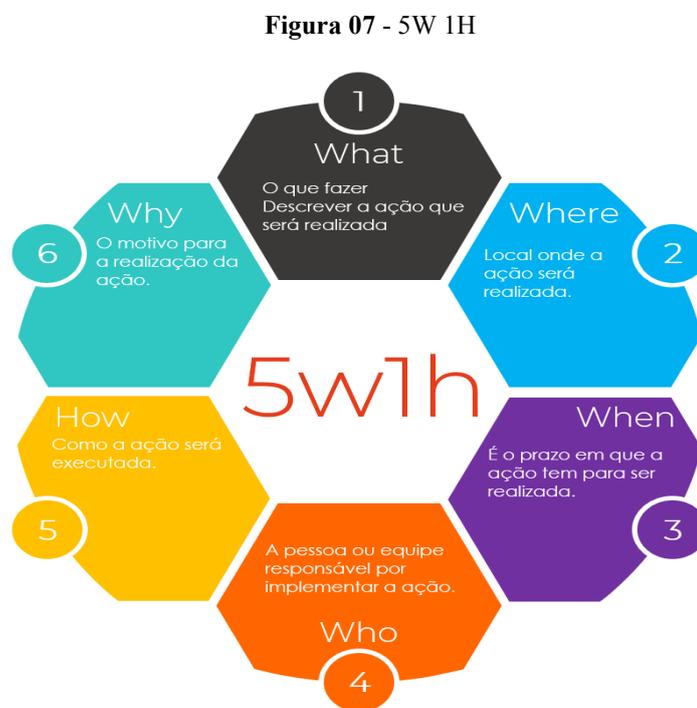
2.3 FERRAMENTAS BÁSICAS DO WCM

No WCM são utilizadas diversas ferramentas da qualidade e outras ferramentas que auxiliam na resolução de problemas, que se compõem nos sete passos da metodologia, como: 5W1H, 5 Por quês, Diagrama de causa e efeito e o ciclo PDCA. As ferramentas serão abordadas nos tópicos a seguir:

2.3.1 5W1H

A ferramenta 5W1H é um instrumento de análise lógica utilizado nas técnicas de melhoria da qualidade, com o escopo de assegurar à análise de um problema, uma visão completa sobre todos os seus aspectos fundamentais. Servem para entender de modo mais aprofundado uma situação, podendo-se identificar o problema-chave (CNH INDUSTRIAL, 2015).

Ao 5W1H tem o objetivo de identificar a solução do problema através de cinco perguntas, *What* (o quê), *When* (quando), *Where* (onde), *Who* (quem), *Which* (qual), *How* (como). A Figura 07 ilustra o 5W1H.



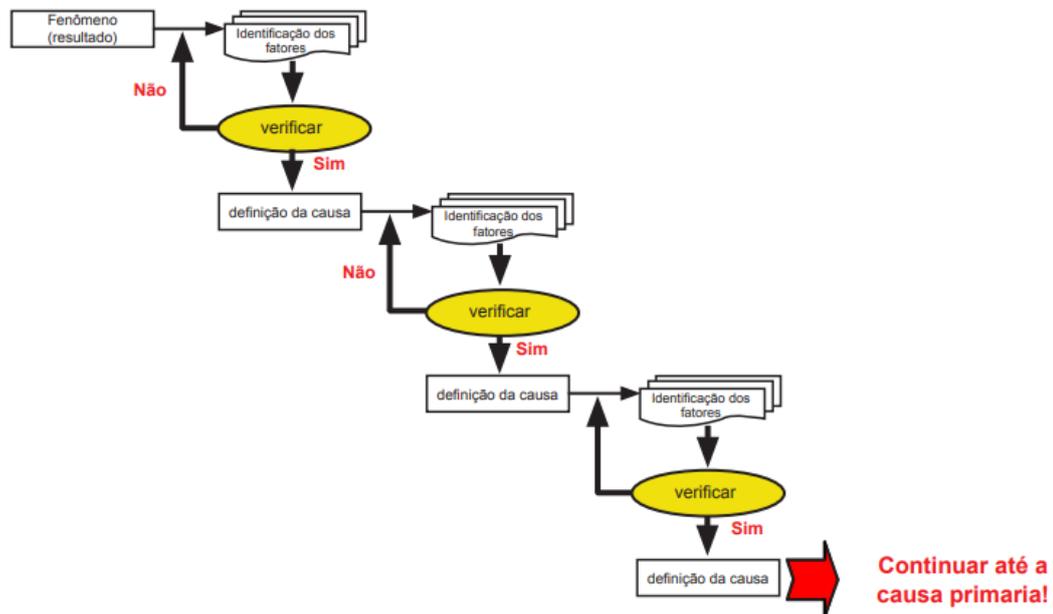
Fonte: Pinto (2018)

2.3.2 Cinco Por quês (5 Why's)

É um método que se propõe a apontar a verdadeira causa de um fenômeno perguntando-se cinco vezes por quê, de maneira repetitiva, baseando-se em cada por que presente na fase anterior. É um bom método para a solução de tipologias de perdas esporádicas, como os defeitos, mas não é eficaz para a solução das perdas crônicas, exceto aquelas que derivam de uma única causa (FCA, 2017).

A ferramenta possui o principal objetivo de encontrar as causas raízes dos problemas. Sua utilização é muito simples e muito eficiente. Shingo (1996) afirma que esse método evita com que se termine uma investigação antes de atingir a causa primária (raiz do problema). A Figura 08 aborda a lógica dos cinco por quês.

Figura 08 - Lógica dos 5 Por quês



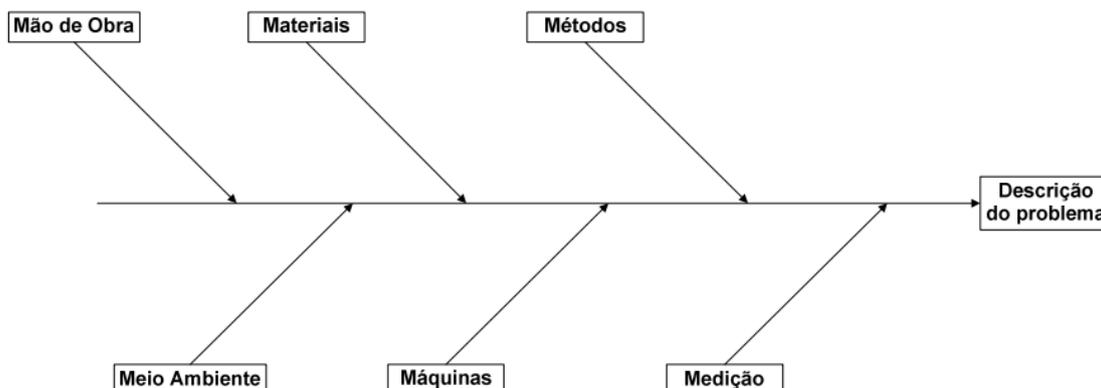
Fonte: FCA (2017)

2.3.3 Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)

O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa na Universidade de Tokyo em 1943 (SLACK et al., 2007). Para cada problema (efeito) é possível estabelecer diferentes categorias principais de causas, porém as mais comuns são conhecidas como 4M: Mão-de-Obra, Material, Máquinas; Métodos.

Seu formato parece como o de uma espinha de peixe, sendo que no lugar da cabeça, seria descrito o problema a ser analisado (Figura 09).

Figura 09 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Corrêa; Corrêa (2008)

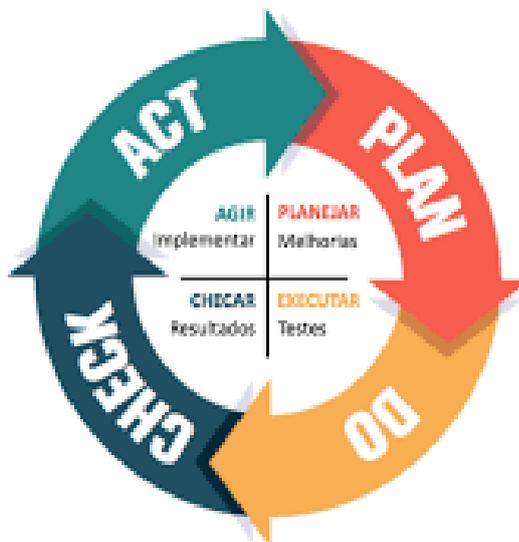
2.3.4 Ciclo PDCA

O PDCA é uma sigla em inglês: *Plan, Do, Check e Act*; em português: Planejar, Fazer, Monitorar/Verificar e Agir. Conforme França e Freitas (1998, p. 99), o Ciclo PDCA representa a forma prática de concatenar as ações que levam a conquista da qualidade. Abaixo serão descritas mais detalhadamente cada um dos quadrantes do ciclo PDCA:

- Planejamento (*Plan*) - Toda ação deve ser planejada de maneira participativa;
- Execução (*Do*) - Executar as tarefas como foram vistas no plano e fazer a coleta de dados para verificação;
- Verificação (*Check*) - A partir dos dados coletados junto aos clientes, comparar esses dados com o exigido no plano, e
- Ações corretivas (*Action*) - As ações corretivas são conduzidas quando algum problema é localizado durante a fase de verificação. Na sequência, serão tratados os aspectos metodológicos.

A Figura 10 apresenta o ciclo PDCA e suas etapas.

Figura 10 - Ciclo PDCA



Fonte: Google Imagens (2019)

2.4 AS SETE FERRAMENTAS DO WCM

Segundo o CNH Industrial, (2015), o WCM utiliza-se de sete ferramentas de melhoria, listadas abaixo, que servem como base de toda a metodologia e garante uma sistemática de trabalho.

1) Priorização: utiliza-se um método de priorização, com ferramentas como o gráfico de Pareto, para orientar os projetos de melhoria contínua (*kaizen*), relacionando o impacto das não conformidades. Os pilares que servem de input para priorização de um problema são os pilares de Desdobramento de Custos, com a Matriz C, Pilar de Qualidade, com a Matriz QA e O Pilar de Segurança com a Matriz S;

2) Sistemática e objetivos: a ferramenta utilizada é o *Kaizen*. O *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa com o significado de melhoria contínua, gradual ou na vida em geral. A metodologia segue a lógica do ciclo PDCA. O projeto é dividido nas etapas de divide-se em quatro grupos:

- *Quick kaizen*: utilizado para resolução simples e rápida dos problemas.
- *Standart kaizen*: utilizado para resolver problemas crônicos simples, ligados ao dia-a-dia. Os ganhos dos projetos são monitorados em indicadores e validados pelo pilar CD.
- *Major Kaizen*: utilizado para resolver problemas crônicos mais complexos, requerendo uma análise mais detalhada do processo e utilização de ferramentas robustas.

- *Advanced Kaizen*: utilizado para resolver problemas crônicos que afetam performance e rendimento, e busca restauração ou melhoria de sistemas complexos.

3) Descrição do problema com esquemas: desenhar esquemas requer um melhor entendimento e detalhamento do problema.

4) Compreensão da situação atual: as ferramentas utilizadas são a 5G e 5W1H para ajudar na identificação do problema. O 5G descreve e analisa um fenômeno, enquanto que a ferramenta 5W1H vem do inglês, *what, when, where, who, which* e *how*, que significa o que, quando, onde, quem, qual e como;

5) Entendimento do fenômeno com desenho: descrição através de desenhos (*Sketches*) é mais rápido e fácil para o entendimento do fenômeno, assim como no problema;

6) Análise da causa raiz: descobrir a origem do problema através da ferramenta dos 5 porquês e 4M. São ferramentas usadas na fase de planejamento do ciclo PDCA. Os 5 porquês determinam a relação entre variadas causas de um problema. Já o 4M, ou diagrama de Ishikawa, define se o problema é relacionado a máquina, método, mão-de-obra ou material;

7) TWTTP/HERCA: TWTTP (*The Way To Teach People*) A maneira de ensinar as pessoas, e HERCA (*Human Error Root Cause Analysis*) Análise da causa raiz do erro humano, são ferramentas utilizadas para analisar causa raiz causada pelo homem. Levando em consideração falta de conhecimento, fraqueza do processo, problemas técnicos, desatenção, esquecimento, atitude, comportamento e problemas pessoais.

2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO (*PERFORMANCE*)

O cenário competitivo que as empresas estão inseridas as impulsionam a definir metas e objetivos para mensuração da excelência em seus processos, através do conhecimento dos problemas existentes, para que o processo de tomada de decisão seja eficaz. Por essa razão há a necessidade de mensurar dados e acompanhá-los como um direcionador, pois, como afirma Deming, “*Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende e não há sucesso no que não se gerencia*”.

Os indicadores servem como instrumentos que alertam, de forma antecipativa, eventuais movimentos relevantes do mercado, tendências adversas de performance ou comportamentos específicos de clientes e da sociedade em relação às ofertas da companhia (SCUCUGLIA, 2016).

Quando se trata da definição do conjunto de indicadores para uma organização, o fator determinante na escolha dos indicadores segundo Muller (2014) é o conjunto de medidas de desempenho que demonstrem a realidade da maneira mais transparente o possível.

Segundo Neely (1995), a medição de desempenho bem como sua análise, são definidas como o processo de se quantificar uma atividade, no qual mensuração é o processo de quantificação desses resultados e a atividade é aquilo que provoca o desempenho. A tomada de decisão consistente é realizada por meio de fatos e dados conectados, não de maneira isolada de acordo com Campos (1992).

Há ainda diversos gestores que se sentem confortáveis em realizar a tomada de decisão baseadas em intuição e experiência. Em alguns casos, esse método de tomada de decisão pode ser benéfico a curto prazo, ou apenas esteja encobrendo problemas maiores posteriormente, porém essa decisão é tomada sob condições de grande incerteza e risco.

De acordo com (Ferreira et. al. (2018); Muller (2014)), os indicadores devem possuir características e considerar algumas propriedades para que sua usabilidade, comparabilidade e consistência seja garantida, que são:

- Deve ser inteligível, ou seja, as definições e termos teóricos devem ser claros e bem representados;
- Deve suportar as metas da empresa e considerar tanto os fatores internos quanto externos necessários para alcançá-las;
- Devem ser fáceis de entender e aplicar;
- Devem ser visíveis e aceitos por todos os níveis da organização, de modo que sejam passíveis de engajar e proporcionar melhoria no desempenho.

Os KPI's (*Key Performance Indicators* - Indicadores chave de performance), subgrupo dos indicadores de desempenho, são medidas e métricas que auxiliam suportam e ajudam as empresas a atingir objetivos críticos. Os KPI são importantes tanto para perceber e melhorar a performance industrial, quanto na perspectiva de eliminação de desperdícios e na perspectiva de alcançar os objetivos estratégicos da organização (LOPES, 2015).

Um sistema de avaliação de desempenho é mais que uma ferramenta gerencial, ele funciona como uma forma de medição estratégica de sobrevivência da organização. Segundo Muller (2014) as principais razões para as organizações investirem em sistemas de medição de desempenho são:

- Controlar as atividades operacionais da empresa;
- Alimentar os sistemas de incentivo dos funcionários;
- Controlar o planejamento;
- Criar, implantar e conduzir estratégias competitivas;
- Identificar problemas que necessitem intervenção dos gestores;
- Verificar se a missão da empresa está sendo atingida
- Possibilitar o acompanhamento histórico;
- Profissionalização das decisões

Conforme comentado no tópico 2.5 do presente estudo, há diversas características de usabilidade e consistência de dados referentes aos KPIs, pois tratam de informações importantes que tem alto impacto quando não corretamente definidos. Para auxiliar na confiabilidade desses dados e na otimização da gestão, são utilizados *softwares*, como por exemplo: *Power Bi* e *SharePoint*, ferramentas de auxílio a tomada de decisões, que são capazes de armazenar dados e oferecer serviços gratuitos com gráficos interativos e banco de dados online para integração das informações.

2.5.1 Power Bi

O Power Bi é um serviço de análise de negócios que fornece *insights* para permitir decisões rápidas e informadas (Power Bi, 2019). Além disso, é uma ferramenta que transforma dados em visuais interativos e com possibilidade de compartilhamento com qualquer dispositivo. Conectando-se ao *Power BI*, todos os dados estarão em um só lugar, ajudando-o a tomar decisões melhores e de maneira mais otimizada.

Existem diversas versões do Power Bi, mas, o comumente utilizado é o Power BI Desktop por possuir uma versão gratuita. É um aplicativo de *desktop* com fácil instalação. Ele fornece exploração avançada de dados, modelagem, modelagem e criação de relatórios com visualizações altamente interativas. O Desktop oferece acesso total à biblioteca de modelos de visualização do BI. Também é possível a exportação de dados e relatórios para o Excel. A Figura 11 apresenta um exemplo de *Dashboard* elaborado no *Power Bi*.

Figura 11 - Exemplo de Dashboard no Power Bi



Fonte: Microsoft Docs (2018)

2.5.2 SharePoint

O Microsoft SharePoint Server é um produto da Microsoft que foi concebido no fim dos anos 90 a fim de facilitar dois cenários comuns na *Web*: A Criação rápida de páginas *Web* e o compartilhamento de documentos (ABADE, 2013).

Segundo Abade (2013) o *SharePoint* serve:

1. **Para criação de portais de Intranets**, (uso mais comum em empresas que utilizam o *SharePoint* como seu portal de intranet, como um canal de compartilhamento centralizado de conteúdo).
2. **Criação de Extranets**: De certa forma, a extranet é uma extensão da intranet para pessoas externas à empresa (como cliente e/ou fornecedores). O *SharePoint* oferece mecanismos que permitem URLs e mecanismos de autenticação distintos para usuários internos e externos, facilitando a comunicação com o mundo exterior;

3. **Gestão de Documentos e Conteúdo:** O *SharePoint* tem recursos que facilitam enormemente a gestão de documentos – como suporte a *workflows* e versionamento de documentos, além do acesso pelo browser ou por WebDAV; entre outros.

O *SharePoint* tem várias funcionalidades, e pode ser integrado com o *Power Bi* para criação de *Dashboards* interativos para tomada de decisão, uma boa ferramenta de dados *online* para empresas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ABORDAGEM E TIPO DA PESQUISA

A pesquisa caracteriza-se como sendo de abordagem quantitativa e qualitativa, pois objetiva estudar o WCM com a aplicação da adaptação dos sete passos para resolução de problemas, o *problem solving* através de um projeto de melhoria (*major kaizen*).

A pesquisa é classificada como descritiva e exploratória quanto aos fins e estudo de caso quanto aos meios. Exploratória por lançar análises e discussões a respeito do WCM numa perspectiva integrada a *performance*, aplicado em um fornecedor de um polo automobilístico. Descritiva por caracterizar o processo produtivo e suas interfaces, de modo a evidenciar o uso das ferramentas do WCM e de *performance* no processo produtivo e decisório da empresa objeto de estudo. Estudo de caso, uma vez que aborda o fenômeno, investiga o problema e sua causa raiz, emprega a metodologia WCM e suas ferramentas e realiza observações.

3.2 AMBIENTE DA PESQUISA

A empresa objeto de estudo está localizada em um polo automotivo no município de Goiana – PE, tendo atuação no mercado desde 2016. A fábrica é considerada de médio porte, sendo especializada na produção de componentes automotivos, como peças internas do chassi do veículo, tanques e pedais de freio. Trata-se de uma empresa que possui aproximadamente 500 funcionários, distribuídos em três turnos de trabalho.

3.3 SUJEITOS DA PESQUISA

Durante a realização do estudo foram consultados os seguintes respondentes da pesquisa:

- Coordenadora da Qualidade: profissional com formação em Engenharia de Produção Mecânica, com 10 anos de experiência no setor automobilístico, contribuindo por meio de discussões e análises sobre o processo de fabricação e suas interfaces com qualidade e *performance*;
- Team Líder Qualidade: profissional com formação em Engenharia Mecânica, com tantos 4 anos de experiência no setor automobilístico, contribuindo por meio de discussões e análises sobre o processo de fabricação e suas interfaces com qualidade e *performance*;

- Equipe das áreas de produção, qualidade, engenharia e melhoria focada, com reuniões de interações dos pilares do WCM do acompanhamento de falhas e perdas no processo, com projetos focados em melhoria contínua.

3.4 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Na condição de estudo não paramétrico, a pesquisa fez uso de propriedades que atribuem valor aos objetivos, as variáveis, de modo a permitir analisar as características e formas que influenciam diretamente a ocorrência das causas. As variáveis estão representadas na Figura 12, a seguir:

Figura 12 - Variáveis da pesquisa

Objetivos específicos	Variável	Método
Descrever o processo produtivo das unidades da AMC	Processo produtivo	Fluxograma dos processos
Descrever os indicadores da qualidade das unidades da AMC	Indicadores da qualidade	Fórmulas de cálculo dos indicadores
Descrever o método de gestão de indicadores da qualidade da AMC	Processo de gestão dos indicadores	Fluxograma do processo e descrição
Aplicar os sete passos para resolução de problemas através do Major Kaizen	Problem solving do WCM	Ferramentas do WCM; Power Bi e SharePoint

Fonte: Adaptação de Oliveira (2005)

3.5 COLETA DE DADOS

A pesquisa foi desenvolvida no período de agosto/2018 a julho/2019. Durante o estudo coletou-se dados secundários por meio de livros, periódicos, manuais e documentos da empresa objeto de estudo. Já os dados primários foram coletados por meio de planilhas e observação participante (Apêndice A), bem como interação com os sujeitos Coordenadora e Team Líder da Qualidade.

3.6 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados coletados foram tratados conforme a natureza. Os dados numéricos foram usados para extrair os indicadores da qualidade, promovendo uma análise estatística descritiva, por meio da medida porcentagem, utilizada na aplicação dos programas *Problem Solving* e *Power Bi* – Assim adotando o tratamento e análise quantitativa.

Por sua vez, os dados textuais foram usados para extrair os *inputs* para elaboração dos fluxogramas e uso em algumas ferramentas qualitativas da qualidade, assim adotando o

tratamento e análise qualitativa, contrapondo a *performance* e a melhoria dos processos com relação a implantação e evolução do WCM, nas plantas, linhas e produtos.

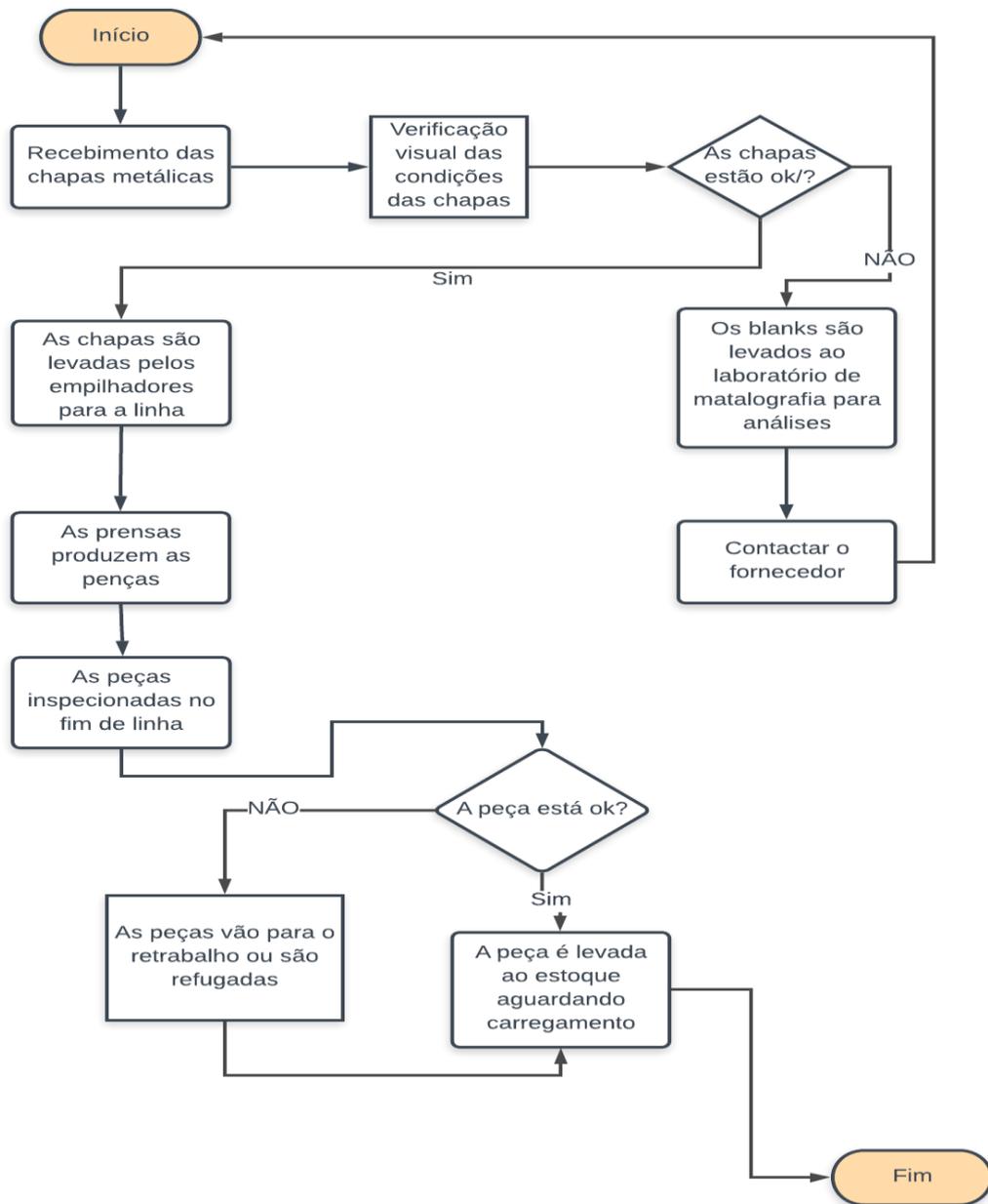
4 RESULTADOS

4.1 DESCREVER O PROCESSO PRODUTIVO DA AMC

A AMC é composta de duas unidades operativas, a SP4 e a SP3. A SP4 é composta de produtos estampados e soldagem de componentes e produtos estampados. Há duas oficinas na SP4, a *Stamping* e *Welding* (Estamparia e Funilaria).

O processo produtivo da Estamparia é iniciado com o recebimento das chapas metálicas dos fornecedores, e são vistoriadas quanto a condições da chapa, a fim de verificar se existe algum empeno ou outro tipo de falha no material. Com isso, as chapas são levadas pelos operadores de empilhadeira para o início de linha de uma das 6 linhas de produção existentes. Cada linha produz uma certa quantidade de *part numbers* (identificação das peças). No final da linha ocorrem duas inspeções para verificação de falhas no processo de produção. A Figura 13 ilustra o fluxograma sintetizado do processo da Estamparia da AMC.

Figura 13 - Fluxograma do processo produtivo da Estamparia



Fonte: Elaboração Própria (2019)

Há 6 prensas na AMC, que representam as linhas de produção da estamparia. Elas são identificadas por numeração. Ao total, a *Stamping* produz 168 PNs. Na Figura 14 visualiza-se a quantidade de PNs produzidos por linha de produção.

Figura 14 - Quantidade de PNs produzidos por linha (*Stamping*)

LINHA	Quantidade de PNs
Prensa 1	37
Prensa 2	46
Prensa 3	34
Prensa 4	18
Prensa 5	24
Prensa 6	19

Fonte: Elaboração Própria (2019)

O processo produtivo da Funilaria tem a função principal a soldagem de componentes em produtos estampados. São 32 *KUKA ROBOTS* e 43 *COMAU ROBOTS*, robôs industriais automatizados que realizam a soldagem de pinos, porcas e realizam furos também. Há também robôs autônomos, que realizam o monitoramento de aplicação de cola com precisão, o Robô descarta a peça caso detecte falha na aplicação e reinicia o processo, a linha é interrompida em caso de duas falhas consecutivas. A *Welding* possui 7 linhas de produção, divididas pela similaridade de soldagem de componentes. Ao total, na Funilaria são produzidos 35 *part numbers*, estratificados as suas quantidades por linha, conforme ilustrado na Figura 15 a seguir.

Figura 15 - Quantidade de PNs produzido por linha (*WELDING*)

LINHA	Quantidade de PNs
1	4
2	6
3	7
4	6
5	6
6	5
7	1

Fonte: Elaboração própria

No SP4 diariamente são produzidas aproximadamente 60 mil peças da estamparia e 20 mil peças de conjuntos soldados que são estocados e levados ao cliente.

Já na unidade operativa SP3, são produzidos tanques de combustível (*Fuel Tank*) dos três modelos de carros produzidos no polo, e ocorre a montagem dos pedaleiras (*Pedals*).

O processo produtivo dos tanques inicia-se quando há o recebimento da matéria prima e é realizada a verificação visualmente quanto às condições do material para iniciar a operação. Logo após, o material é levado para as chamadas *Blowmolding Machines*, as máquinas de moldes de peças plásticas por extrusão, aplicando ar pressurizado no interior do molde da peça plástica, moldando um tanque de combustível. Depois disso, são levados para as três linhas de montagens onde são fixados os *bocchetones* no tanque e são realizados alguns testes de vazamento de combustível através de robôs. Depois dos testes, o tanque é levado para a área de estoque de tanques, prontos para serem levados para a montadora.

O processo das pedaleiras consiste na montagem da mesma, contando com sete estações de montagem do pedal. A matéria-prima chega na área de recebimento e são verificados visualmente todos os seus componentes. Logo após são levados para as estações de montagem e quando é montado, os modelos de pedais são identificados através de *QR Code* (código de barras bidimensional que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmeras).

Diariamente, no SP3 são produzidos aproximadamente 2.000 tanques e pedais, variando apenas nos modelos dos carros produzidos no polo automotivo.

4.2 INDICADORES DA QUALIDADE DA FÁBRICA

O colaborador da qualidade realiza a elaboração da apresentação dos indicadores da planta (dia anterior e tendência), para isso, realiza uma estratificação por unidades operativas e elenca as maiores ocorrências de problemas (modos de falhas).

Esses indicadores são divididos em internos e externos. Os indicadores externos são relativos a reclamações de clientes que podem ser oficiais e não oficiais. As reclamações não oficiais são aquelas que o cliente permite ao fornecedor a verificação da peça e a análise da causa, sem que haja uma penalização oficial. As reclamações oficiais possuem característica de penalização (Boleta de reclamação), através de uma nota que é denominada como “peso da boleta” (Severidade da lamentação), que pode ser de peso 40, 60, 90, ou maior, dependendo da reincidência do problema, ou seja, se já havia ocorrido antes o mesmo modo de falha na mesma peça. Quanto maior é o impacto na linha da montadora, maior será o peso da mesma.

O indicador PIQ (*Performance Index Quality*), é um indicador externo, descrito como um cálculo da incidência global do PQ (Peso da Boleta) de um fornecedor relativo ao número total de peças fornecidas. É, portanto, um indicador homogêneo para comparações entre

fornecedores ou fornecedores/setor família. Esse valor é calculado levando-se em consideração outros fatores, como a quantidade de boletas que foram abertas pelo cliente (Equação 01) e a (Equação 02). Como pode-se visualizar a seguir:

$$\text{Quantidade de Boletas} = \Sigma \text{Boleta } i \quad \text{Equação (1)}$$

$$PQ \text{ (geral)} = \Sigma i \text{ (Boleta } i \times PQ \text{ } i) \quad \text{Equação (2)}$$

$$PIQ = \frac{PQ \text{ (geral por boleta)}}{\text{Quantidade de peças faturadas}} \times (10^6) \quad \text{Equação (3)}$$

O PIQ é calculado em PPM (partes por milhão) e é calculado com base nos últimos 6 meses, fazendo um acumulado dos últimos seis meses (*rooling*).

Ainda como indicador externo da fábrica, tem se o PPM (NC) e o PPM (IR). O PPM (NC) é relativo a quantidade de peças não conformes (KO) no cliente mediante reclamação oficial, dessa forma, as peças KO encontradas no cliente são retrabalhadas pela própria fornecedora, o que se chama de ação de contenção. O cálculo do PPM (NC) é dado pela Equação 04.

$$PPM \text{ (NC)} = \frac{N^{\circ} \text{ de peças Não Conforme na entrada}}{\text{Quantidade de peças faturadas}} \times (10^6) \quad \text{Equação (4)}$$

Já o PPM (IR) representa a performance do fornecedor em relação ao número de componentes efetivamente refugados, por não serem utilizáveis/recuperáveis. O cálculo do PPM (IR) é dado pela Equação 05.

$$PPM \text{ (IR)} = \frac{N^{\circ} \text{ de peças Devolvidas ao Fornecedor}}{\text{Quantidade de peças faturadas}} \times (10^6) \quad \text{Equação (5)}$$

Os indicadores internos da fábrica são referentes a refugo e retrabalho. O refugo (*Scrap*) representa a quantidade de peças refugadas pela quantidade de peças produzidas multiplicada por 100, para criar um percentual. Analogamente, o retrabalho (*Rework*) é calculado através da quantidade de peças retrabalhadas pela quantidade de peças produzidas multiplicada por 100, ilustradas nas Equações (06 e 07).

$$\text{Refugo} = \frac{\text{Quantidade de peças refugadas}}{\text{Quantidade de peças produzidas}} \times 100 \quad \text{Equação (6)}$$

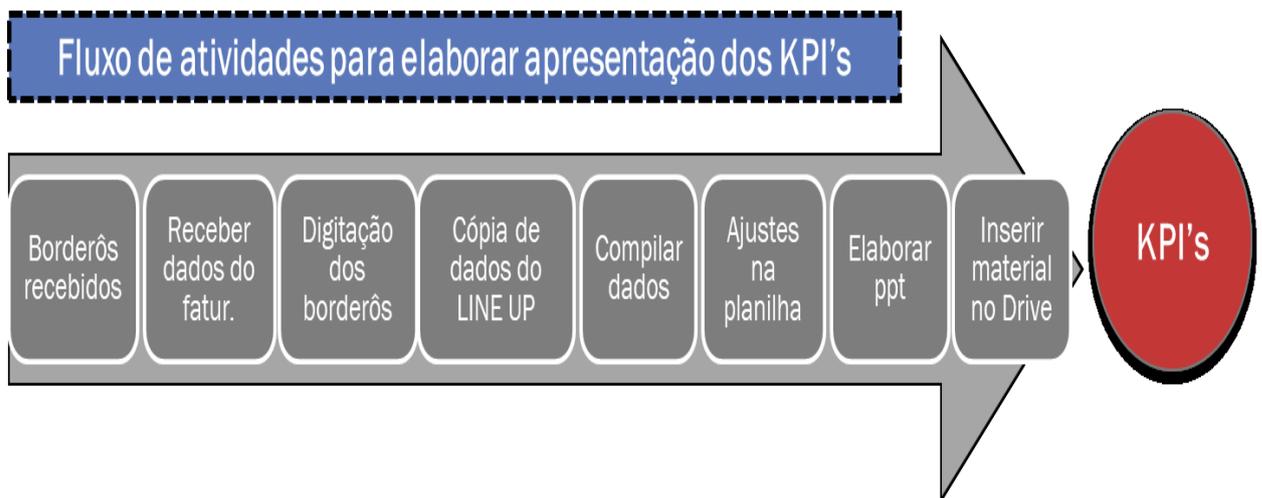
$$\text{Retrabalho} = \frac{\text{Quantidade de peças retrabalhadas}}{\text{Quantidade de peças produzidas}} \times 100 \quad \text{Equação (7)}$$

A estrutura dos gráficos dos indicadores é apresentada com o dado do ano até o presente mês, os últimos meses, o mês atual, as semanas do mês atual, e os dias da semana vigente. Os gráficos são estratificados pelas unidades operativas existentes na organização. Além disso, ainda são apresentados os detalhes das reclamações oficiais (boleta) e não oficiais, como PN, descrição da peça, modelo do carro que surgiu a anomalia, responsáveis por realizarem o projeto do modo de falha, e outros fatores. E a estratificação do “Top 5” de refugo e retrabalho, onde são estratificados os detalhes das peças para a posteriori sejam incluídos na Matriz QA (Direcionador da Qualidade).

4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INDICADORES DA QUALIDADE

O processo de elaboração dos indicadores da Qualidade é composto de diversas atividades lentas e manuais, e para uma melhor compreensão da sequência de atividades nesse processo, o fluxo desse processo é ilustrado através da Figura 16. Em seguida, as atividades serão descritas e ilustradas.

Figura 16 - Fluxo de elaboração dos Indicadores da Qualidade



Fonte: Elaboração própria (2019)

A primeira atividade é o recebimento dos borderôs, esse documento consiste em um relatório da linha de produção, com descrição de quantidade de refugo, retrabalho e produção diárias de cada PN de conjunto soldado da *Welding*. Toda manhã os borderôs são entregues ao inspetor de qualidade da área e são levados ao escritório para o colaborador realizar a digitação desses dados na planilha. A distância percorrida pelo inspetor todos os dias é

aproximadamente 700 metros. Segue uma adaptação da planta baixa da empresa com a distância da mesa da produção da *Welding* até o escritório da AMC (Figura 17).

Figura 17 - Planta baixa da AMC (SP4)



Fonte: Adaptado de Planta Baixa da AMC (2019)

Dando seguimento, para calcular o indicador de reclamações dos clientes, o PIQ, é necessário obter a quantidade de peças faturadas na planta, ou seja, quantidade de peças boas que foram entregues ao cliente, e os dados são solicitados pela qualidade ao setor financeiro da empresa. Pela manhã é solicitado ao responsável do financeiro os dados gerais da planta e o estratificado para cada centro. A entrega desses dados tem duração de aproximadamente 25 minutos, pois, o financeiro precisa de um tempo para que o relatório seja emitido do sistema.

Com o recebimento dos borderôs, o procedimento a ser realizado é a separação dos papéis por linha de produção, para facilitar a digitação. Logo após a separação, são digitadas suas respectivas quantidades de refugo, retrabalho e produção, além dos motivos de refugo e retrabalho, de cada PN. Sendo a atividade que requer um maior tempo, devido a mecanização das atividades. A Figura 18 representa a estrutura de um borderô e as informações nele contidas.

Figura 18 - Controle de Produção da AMC

CONTROLE DE PRODUÇÃO									
Data		Condutor		Linha		Turno		Ass. Produção	
20.05.19		Ailson		100		1			
Part Number	Descrição	Produção	Refugo	Reparado	Post	JUSTIFICATIVA DO REFUGO	QUANT	JUSTIFICATIVA DO RETRABALHO	QUANT
1100010	soft 10 x 10 x 10	500	10		10	DESTRUIDO		REFUGO DE SEDA	
1100011	soft 10 x 10 x 10	500	10		10	PEÇA ABESADA			
						FALTA DE MATERIAL			

Fonte: Adaptado de dados da empresa em estudo (2019)

Seguindo o fluxo, a próxima etapa consiste na cópia de dados do *line up*. Na estamperia o controle de produção é realizado através do *line up*, um relatório de final de linha da Estamperia, onde os dados são apontados pelo Team Líder da Produção em uma planilha compartilhada do *Google Sheets*. A planilha contém dados de refugo, retrabalho e produção, além da numeração dos *part numbers* e suas respectivas linhas de produção. Dessa maneira, é necessário estruturar os dados conforme a planilha de indicadores do time da Qualidade, copiando os dados necessários para realização da atividade.

Ainda a respeito dos *inputs* dos dados na planilha, os dados da unidade SP3 são enviados todos os dias por e-mail para o time da Qualidade, como um relatório da unidade SP3 em relação aos dados de produção de tanques e pedaleiras, quantitativo de refugo e retrabalho da unidade, para serem incluídos na planilha com os outros dados já incluídos.

A compilação de dados para o cálculo dos KPI's, é realizada através da planilha da Gestão de Indicadores do time da Qualidade onde são realizados os *inputs* dos dados do line up e dos borderôs. A planilha possui uma configuração, onde, os *inputs* são: as datas (dia, semana, mês e ano), a numeração de PNs e as quantidades e motivos de refugo e retrabalho dos dois centros (Figura 19). A verificação e cálculo dos dados é realizado através de uma tabela dinâmica, e uso de fórmulas definidas anteriormente.

Figura 19 - Modelo da Planilha utilizada na Gestão de Indicadores

DATA	PN	PEÇA	MODELO	LINHA	CENTRO	PRODUÇÃO	RETRABALHO	MOTIVO RETRABALHO	REFUGO TOTAL	MOTIVO REFUGO

Fonte: Elaboração própria (2019)

A etapa de ajuste na planilha trata-se da planilha de gráficos, diferente da planilha utilizada para o cálculo dos indicadores. Os gráficos são “alimentados” com os índices de refugo e retrabalho, bem como os índices de PIQ, e PPM (NC e IR). O gráfico possui uma estrutura onde apresenta o consolidado do ano anterior (2018), dos meses anteriores do ano do ano atual e o mês atual com suas respectivas semanas, e os dias da semana vigente. O gráfico necessita de mudanças em sua estrutura conforme passam as semanas, gerando um tempo maior na estruturação do gráfico semana após semana.

Com os gráficos prontos é necessário elaborar a apresentação em *Power Point* de todos os indicadores da Qualidade, que são cinco no total, mas há algumas estratificações, como por exemplo o das reclamações no cliente, e as cinco piores índices de refugo e retrabalho com maiores quantidades de ocorrências no dia anterior.

Com a apresentação elaborada é necessário colocar o material no link do Google Drive, com os gráficos principais, pois são reunidos em um único slide os indicadores de toda a fábrica para a liderança analisar.

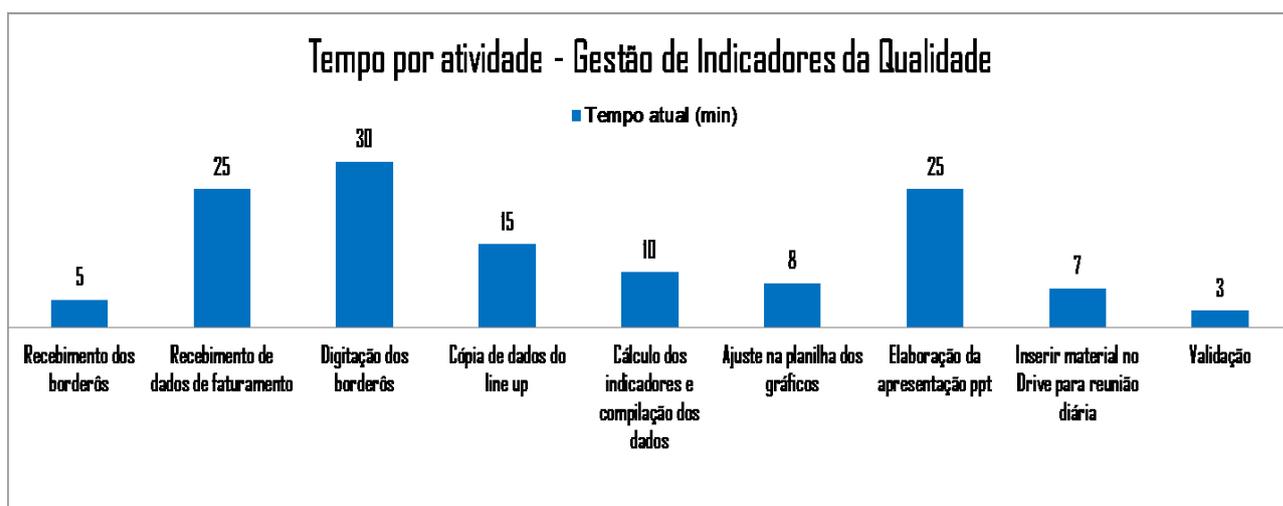
Como último passo, é preciso validar as informações com a gerente da Qualidade, pois os resultados são apresentados pela gerente ao *Plant manager* juntamente com as outras áreas da empresa, a fim de planejarem ações, tomarem decisões acerca dos dados observados dos indicadores.

4.4 APLICAÇÃO DO *PROBLEM SOLVING* ATRAVÉS DO *MAJOR KAIZEN*

A adaptação dos sete passos do *problem solving* do WCM serão aplicados através desse *Major Kaizen* até o *step* 6, devido a implantação não ter sido concluída em sua totalidade.

Inicialmente é definido o tema apresentado evidências do problema. O problema foi definido como o tempo demandado das atividades para calcular os indicadores da qualidade. Na Figura 20 é apresentado o tempo gasto em minutos com cada atividade.

Figura 20 - Tempo por Atividade da Gestão de Indicadores



Fonte: Elaboração própria (2019)

Com as atividades do fluxo descritas no tópico 4.3, segue o cronograma das atividades a serem desempenhadas em cada *step*.

Figura 21 - Cronograma do projeto

CRONOGRAMA		MAIO		JUNHO				JULHO			
		W20	W21	W22	W23	W25	W26	W27	W28	W29	W30
Step 1	Descrição do fenômeno (3G, 5W1H)										
Step 2	Funcionabilidade do Sistema										
Step 3	Definir objetivos										
Step 4	Análise da Causa: 4M, 5W's										
Step 5	Ações e Soluções										
Step 6	Resultados										
Step 7	Procedimentos e Normas										

Fonte: Elaboração própria (2019)

O projeto teve início na semana 20 do mês de maio e se estende até os dias atuais. No cronograma pode-se observar a distribuição dos *steps* quanto a realização dos mesmos no tempo proposto.

A definição do time de trabalho do projeto é realizada reunindo as competências necessárias dos envolvidos para que o projeto seja bem-sucedido. O time de trabalho para esse projeto foi composto da Estagiária da Qualidade, o Analista da Produção, o Coordenador da Produção e a Gerente da Qualidade.

O fluxo da Gestão de Indicadores da Qualidade é composto de processos que já foram descritos acima, e resultam em 128 minutos por dia gastos com atividades que não agregam valor (NVAA).

Identificando o tema, o time e cronograma, no *step* 1 é realizado o estudo do fenômeno, através da aplicação da ferramenta 5W1H, (Figura 22).

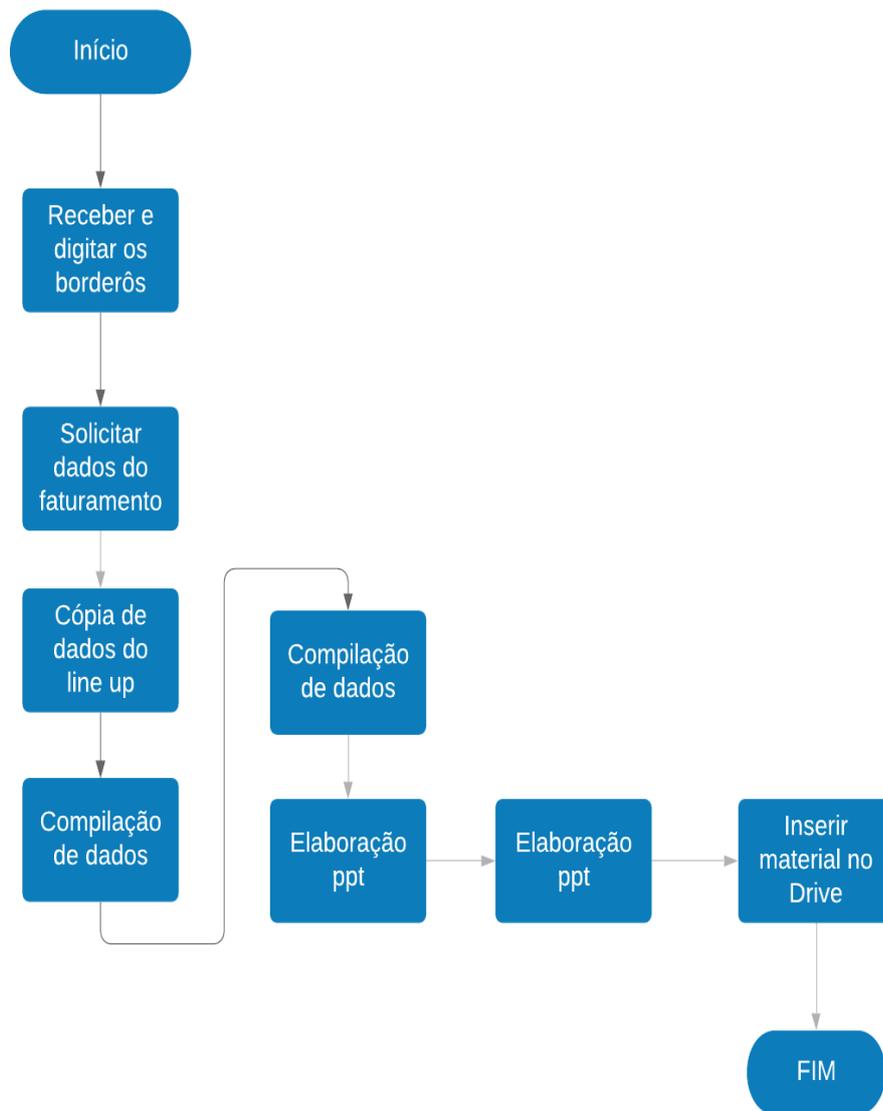
Figura 22 - Aplicação do 5W1H

WHAT? (QUE)	<i>Tempo elevado na elaboração dos KPI's da Qualidade</i>
WHEN? (QUANDO)	<i>Durante a manhã</i>
WHERE? (ONDE)	<i>No escritório</i>
WHO? (QUEM)	<i>Colaborador da Qualidade</i>
WHICH? (QUAL)	<i>Aproximadamente 2h diárias realizando a atividade</i>
HOW? (COMO, QUANTOS)	<i>Diversas etapas do processo lentas e manuais</i>
RESUMO DO FENÔMENO	<i>O colaborador da qualidade durante a manhã, leva um tempo elevado na elaboração da apresentação dos KPI's para a reunião diária, devido às diversas etapas do processo que são lentas e manuais, resultando em aproximadamente 2 horas/dia realizando essa atividade..</i>

Fonte: Elaboração própria (2019)

No *step 2*, é realizado o estudo do fenômeno, na Figura 23 segue o fluxograma do procedimento da gestão de indicadores da empresa em estudo.

Figura 23 - Fluxograma do procedimento de gestão de indicadores



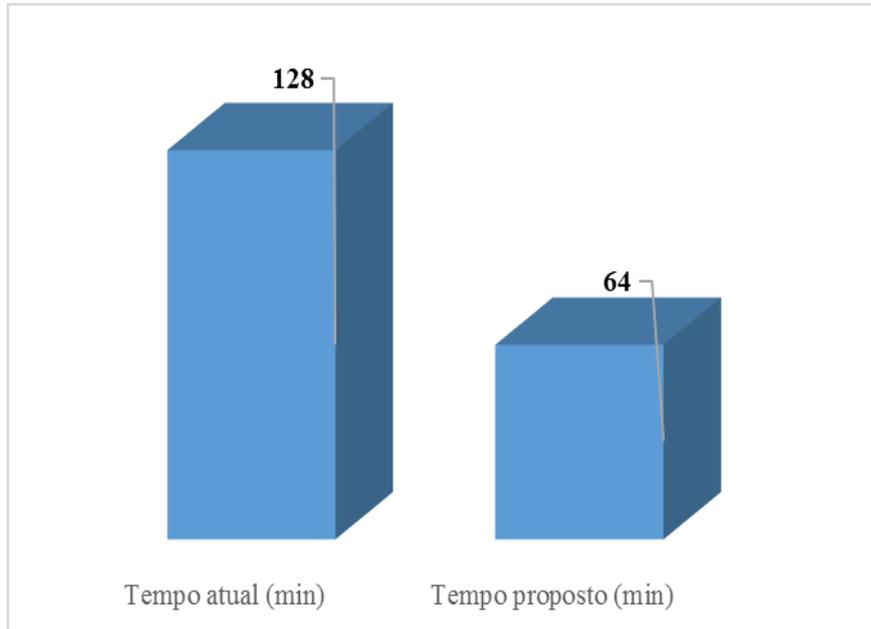
Fonte: Elaboração própria

Com o estudo do fluxo foram observados aspectos críticos como a distância percorrida pelo colaborador para entregar os borderôs a Qualidade e o método manual do preenchimento dos borderôs da Funilaria, aspectos mais críticos que serão levados em consideração na identificação das causas do problema.

No *step 3* foi realizada a definição dos objetivos do projeto. O objetivo principal proposto foi a redução em 50% do tempo para a realização dos indicadores da qualidade, ou

seja, deve-se reduzir 64 minutos do tempo utilizado, resultando em 64 minutos para realizar a atividade.

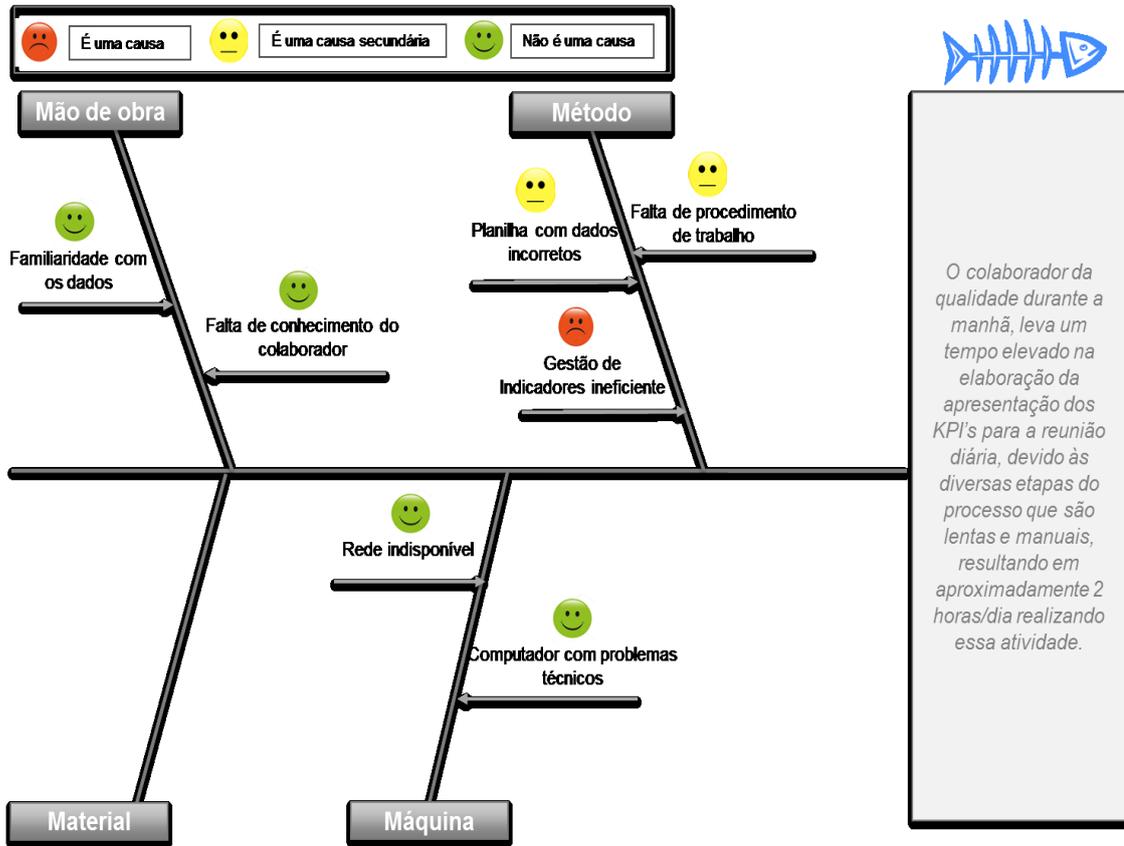
Figura 24 - Objetivo do projeto



Fonte: Elaboração Própria (2019)

Ainda no *step* 3, é realizada a análise das possíveis causas do problema através do Diagrama de Ishikawa. Na elaboração do Diagrama, foram levados em consideração três tipos de classificações para os problemas. A classificação foi realizada da seguinte maneira: É uma causa, é uma causa secundária e não é uma causa. O resultado pode ser visualizado na Figura 25.

Figura 25 - Análise das causas



Fonte: Elaboração Própria (2019)

Com a identificação das possíveis causas para o problema, foram realizadas verificações dessas causas e correções realizadas quando necessárias (Figura 26).

Figura 26 - Análise das possíveis causas

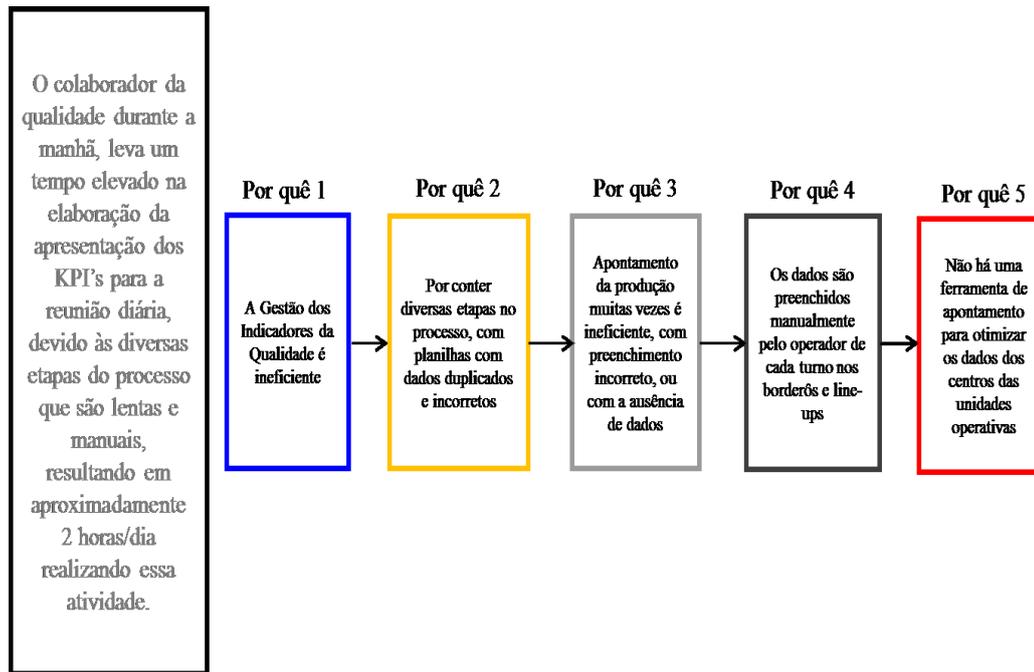
4M1D	COMPONENTE / ESPECIFICAÇÃO	CONDIÇÃO ENCONTRADA	OK / KO	DATA	RESPONSÁVEL	CORREÇÃO EXECUTADA
Mão de Obra	Familiaridade com os dados	Os colaboradores conhecem os dados	OK	29/06/2019	Qualidade	
Mão de Obra	Falta de conhecimento do colaborador	As atividades de manutenção são padronizadas	OK	29/05/2019	Qualidade	
Máquina	Rede indisponível	Foi verificado junto à TI que não hou	OK	04/06/2019	Qualidade/TI	
Máquina	Computador com problemas técnicos	Foi verificado com a TI que não houveram problemas com o computador dos colaboradores responsáveis pelo apontamento	OK	04/06/2019	Qualidade/TI	
Método	Planilha com dados incorretos	A planilha encontrava-se com dados duplicados e incorretos	KO	03/06/2019	Qualidade	Análise e correção dos dados da planilha
Método	Falta de procedimento de trabalho	Não há SOP para o procedimento	KO	05/06/2019	Qualidade/Produção	
Método	Gestão de Indicadores Ineficiente	Dados de apontamento ausentes ou incorretos	KO	07/06/2019	Qualidade/Produção	Aplicar a ferramenta 5 Por quês para identificação da causa raiz

Fonte: Elaboração própria

Com a análise das possíveis causas, as relativas ao método foram aplicadas correções pois a condição encontrada era desfavorável. No caso da planilha com os dados incorretos os dados duplicados e incorretos foram verificados e corrigidos. O procedimento operacional padrão (SOP) do método de gestão será realizado no sétimo passo, padronizando o novo método de realização da gestão de indicadores da Qualidade. E, a possível causa “Gestão de Indicadores Ineficiente” necessita de uma análise da ferramenta 5 por quês, pois é necessário analisar os aspectos relacionados a ela.

Como dito anteriormente, foi realizada a análise da causa raiz do problema através dos 5 por quês no *step* 4, no caso em questão foi relacionado ao método, com a causa de “Gestão de Indicadores ineficiente”. Na Figura 27 contém a análise dos 5 por quês na busca pela causa raiz do problema.

Figura 27 - 5 Por quês (Análise da Causa Raiz)



Fonte: Adaptação de dados da empresa (2019)

Com a análise da causa raiz, a ação definitiva foi pensada como um projeto de utilização de ferramentas como *Share Point* e *Google Sheets* de maneira integrada com o *Power Bi*, como meio de reduzir o tempo gasto com as atividades que não agregam valor (NVAA). O *Share Point* para apontamentos realizados pela produção e o *Power Bi* na manipulação de fórmulas automáticas e *dashboards* interativos, visando uma melhor visualização dos gráficos e minimizar os erros constantes provenientes do método manual, fornecendo dessa maneira dados consistentes e confiáveis a gerência da organização. Dessa forma, a Figura 28 aborda uma síntese da ação necessária para resolução da causa raiz encontrada para o problema.

Figura 28 - Ação para a causa raiz encontrada

PROBLEMA	CAUSA	AÇÃO
Gestão de Indicadores Ineficiente	Não há ferramenta de otimização dos dados em relação ao apontamento	Implantar um sistema de apontamento online através do Share Point e criação de Dashboard com a ferramenta Power Bi

Fonte: Elaboração Própria (2019)

O *step 5* consiste em considerar e implementar as contramedidas e ações necessárias para resolver os problemas. Foi criado um plano de ação para resolução do problema a ser

estudado. O plano de ação é ilustrado na Figura 29, contendo as contramedidas que foram realizadas.

Figura 29 - Plano de Ação

ACÇÕES	RESPONSÁVEL	OUTROS PARTICIPANTES	DATA PREVISTA	DATA DE CONCLUSÃO	STATUS
Organização da Planilha de Indicadores e Verificação dos dados	Estagiária da Qualidade	-	04/06/2019	04/06/2019	✓
Estruturação das Listas de Refugo e Retrabalho no Share Point	Estagiária da Qualidade	Coordenador da Produção (Welding)	13/06/2019	13/06/2019	✓
Desenvolvimento da estrutura do Apontamento de motivos de Refugo e Retrabalho no Share Point (Welding)	Estagiária da Qualidade	Analista de Produção	17/06/2019	17/06/2019	✓
Inserir histórico de refugo e retrabalho da planilha de indicadores no Sistema de Apontamento	Estagiária da Qualidade	-	19/06/2019	19/06/2019	✓
Treinamento para utilização do Apontamento dos motivos de Refugo e Retrabalho (Welding)	Coordenador da Produção (Welding)	-	26/06/2019	26/06/2019	✓
Desenvolvimento da estrutura do Apontamento de Produção/Refugo/Retrabalho (SP3)	Estagiária da Qualidade	Analista de Produção	27/06/2019	27/06/2019	✓
Importação dos dados no Power Bi do Google Sheets e do Share Point	Estagiária da Qualidade	-	30/06/2019	30/06/2019	✓
Montagem do Dashboard	Estagiária da Qualidade	-	03/07/2019	03/07/2019	✓
Validação dos dados	Gerente da Qualidade	-	04/07/2019	04/07/2019	✓

Fonte: Elaboração Própria (2019)

No *step* 6, após aplicação do plano de ação, pode-se visualizar os resultados dessas ações realizadas na fábrica.

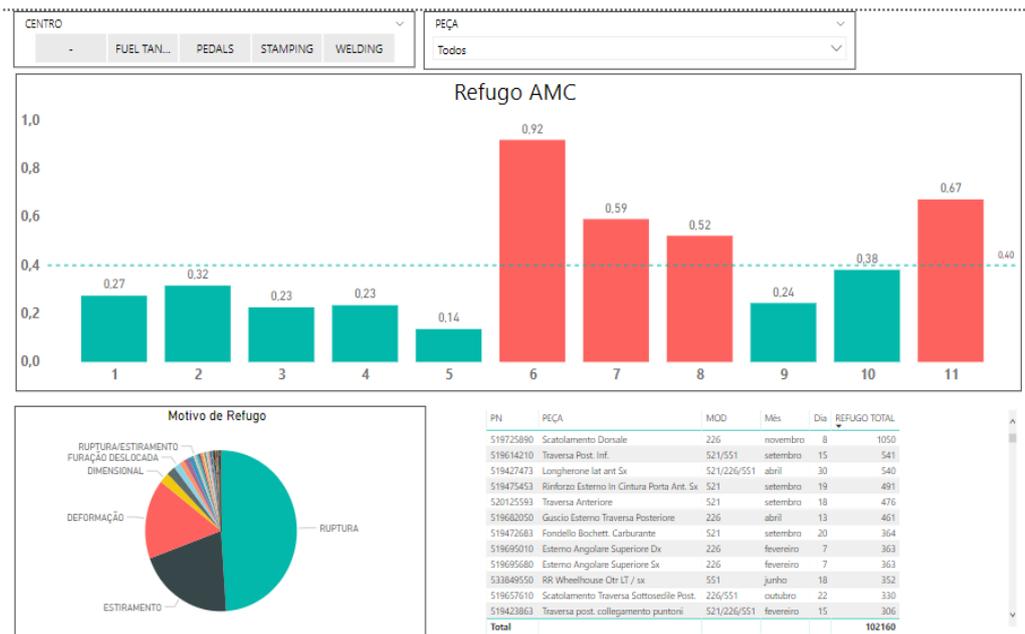
Os apontamentos dos dados da produção no *Share Point* ainda estão em fase de testes e treinamento dos operadores, por essa razão o tempo que era dispensando a digitação dos borderôs não diminuiram completamente, pois alguns ajustes ainda são necessários em relação ao apontamento. Mas a medida que o uso do *Share Point* for definitivo, os dados serão 100% *online* e não serão mais necessários à entrega dos borderôs no escritório, bem como a digitação e separação dos controles de produção (borderôs).

Já o *line up*, a ferramenta *Power Bi* permite a inserção de dados de fontes externas, não somente as listas do *Share Point*, mas também do *Google Sheets*, integrando os dois bancos de dados e permitindo inserir fórmulas para cálculo dos indicadores e gráficos interativos diversos. Dessa forma, reduziu-se o tempo que seria necessário com a cópia dos dados do *line up* para a planilha da Qualidade e do cálculo e compilação dos dados, reduzindo 25 minutos do tempo demandado anteriormente.

Com a montagem do *Dashboard* no *Power Bi* com os Indicadores diários, elimina-se a atividade de montar a apresentação no *Power Pointe* a de inserir as apresentações uma por uma no *Google Drive*, pois a apresentação no *Power Bi* deve ser realizada no próprio programa, apesar que é possível baixa-lo em PDF e outros formatos, mas alguns perdem o modo dinâmico de apresentar os gráficos que o *Power Bi* possui e a rapidez que se obtém a informação para a tomada de decisão.

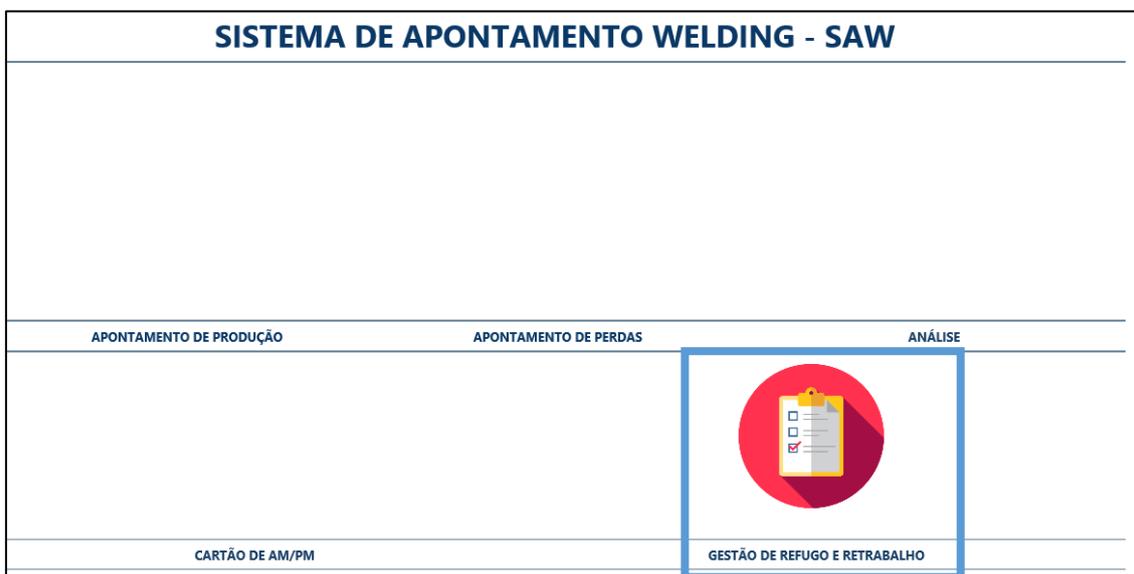
Na Figura 30 pode-se observar o Indicador de Refugo inserido no Power Bi com umas das telas do Power Bi. E na Figura 31 pode-se observar o sistema de apontamento no SharePoint desenvolvido para apontamento de refugo e retrabalho.

Figura 30 - Indicadores de Refugo no Power Bi



Fonte: Elaboração Própria (2019)

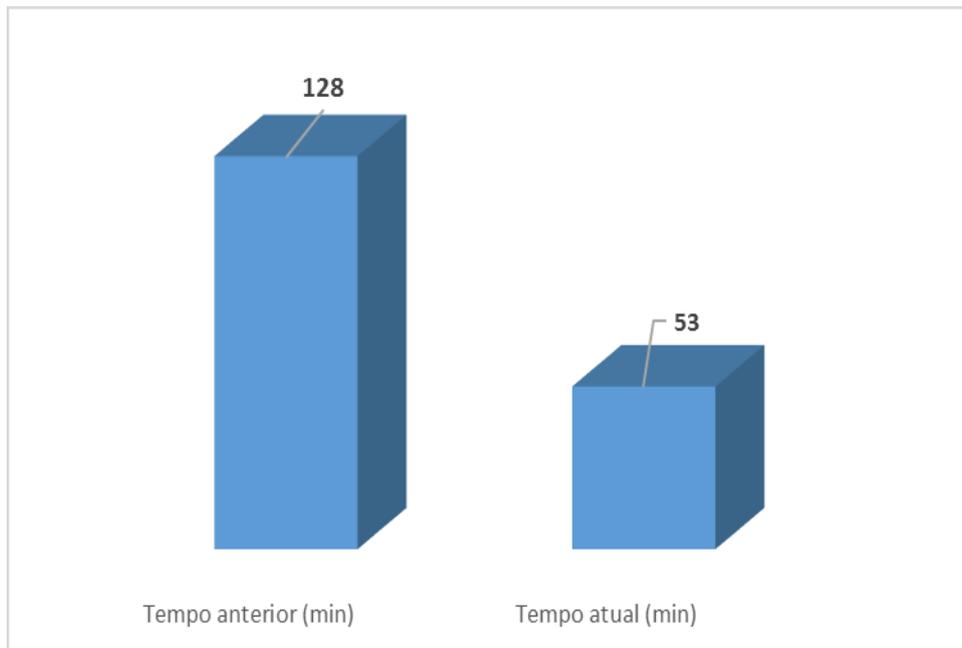
Figura 31 - Sistema de apontamento da produção (SAW)



Fonte: Dados da empresa em estudo (2019)

Com a aplicação do plano de ação, o tempo demandado para realização dos Indicadores da Qualidade é descrito na Figura 32 a seguir.

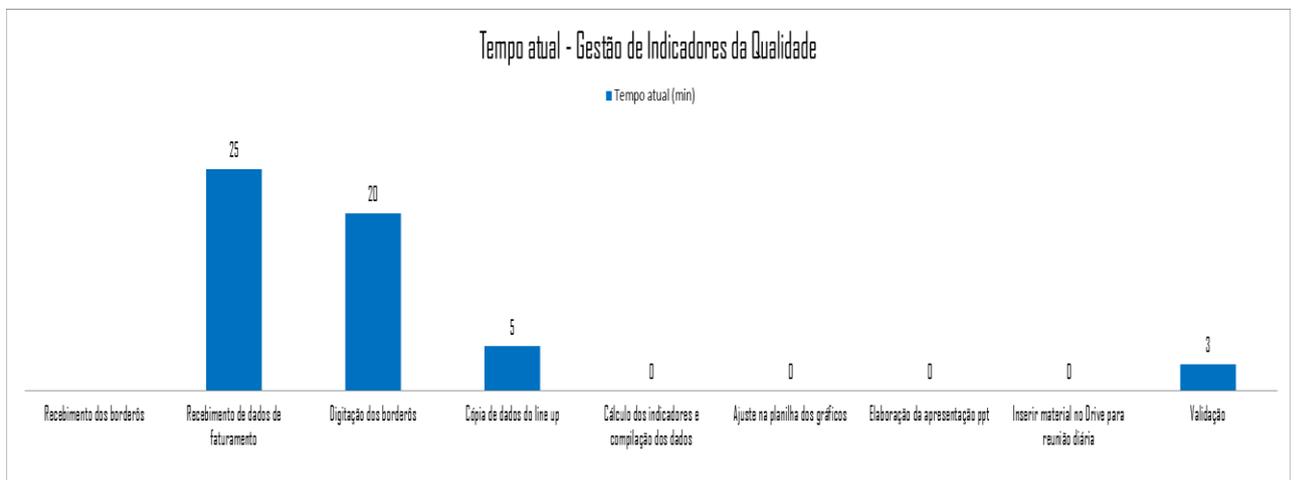
Figura 32 - Ganhos do projeto (minutos)



Fonte: Elaboração própria (2019)

A Figura 33 apresenta os novos tempos em minutos de realização de cada atividade na realização da apresentação dos indicadores da qualidade da AMC.

Figura 33 - Tempo atual com o método implantado



Fonte: Elaboração própria

Pode-se observar que o objetivo do projeto foi superado, totalizou em aproximadamente 59% na redução do tempo demandando para realização da atividade.

Além disso, pode-se quantificar o ganho desse projeto na quantidade de horas/mês, pois levando-se em consideração que um funcionário realiza essa atividade todos os dias e

demanda 2,13 horas na finalização da mesma, em um mês é equivalente a 53,25 horas, com a redução do tempo em 59%, resultando em um total 30,75 horas/mês de trabalho que poderiam ser dispensados em outra atividade que agregue valor e que não gere um desperdício intelectual. Vale ainda salientar que a aplicação completa do projeto visa a reduzir ainda mais o tempo de execução da atividade proporcionando ganhos maiores.

5 CONCLUSÃO

O WCM é uma metodologia que envolve técnicas, ferramentas de diversos níveis, que vão das básicas às avançadas. O eficiente funcionamento da Metodologia em uma empresa vai depender do envolvimento das pessoas com o WCM e seus métodos, e da aplicação das ferramentas de maneira adequada, buscando ser uma organização de nível de classe mundial.

O método de gestão de indicadores da fábrica possuía muitas etapas lentas e manuais, o que resultava em um tempo elevado na execução da atividade, além de erros de apontamento e dados com confiabilidade duvidosa devido à insegurança que o apontamento manual oferece, não apenas do apontamento da produção, mas do processo como um todo.

A manufatura de classe mundial é um tema atual e relevante na Engenharia de Produção, tendo em vista que ela objetiva principalmente a eliminação de desperdícios, como perdas, movimentações desnecessárias, riscos de acidentes, retrabalho, entre outros. Para o meio acadêmico, a pesquisa acrescenta um documento no portfólio sobre o tema, tendo em vista à escassez de documentos publicados na área. Para a pesquisadora, o trabalho contribuiu consideravelmente no crescimento pessoal e profissional, principalmente por aplicar conceitos, ferramentas, métodos vistos da Engenharia de Produção, e conhecer o dia a dia das empresas e seus métodos de trabalho, além de desenvolver habilidades na resolução de problemas, como a resiliência e a possibilidade de criar e propor soluções em um ambiente de trabalho.

Em relação a aplicação da Metodologia, algumas dificuldades foram enfrentadas. Como toda aplicação envolvendo equipes de trabalho há dificuldades na execução. O plano de ação do método de Gestão de Indicadores possuía muitas ações que não eram realizadas apenas pela área da Qualidade, demorando um pouco mais para serem concluídas. Salienta-se também o apontamento da produção, um dos motivos no qual o projeto não foi concluído totalmente, pois os operadores necessitam de mais direcionamentos e instruções no preenchimento, sendo necessário ainda o tempo de 20 minutos de verificação do correto apontamento no *SharePoint*.

O método de Gestão de Indicadores da empresa possuía uma configuração antiga e mecânica no desenvolver das atividades; o novo método contribuiu consideravelmente para a redução do tempo com as atividades que não agregam valor. Com a análise da atividade e do apontamento dos dados, foi possível identificar erros nas planilhas de controle e ausência de dados da produção.

Com a aplicação da adaptação dos sete passos para a resolução de problemas foi possível criar um método de gestão de indicadores mais otimizado, visando diminuir o tempo demandado na realização dessa atividade, assim como os erros nos cálculos dos indicadores, para que o método de apontamento dos dados fosse eficiente, garantindo à liderança resultados confiáveis e robustos no auxílio de tomada de decisão.

A aplicação do projeto na Gestão dos Indicadores contribuiu em redução de 59% do tempo de realização da atividade, otimizando o tempo de mão de obra, podendo aloca-los em atividades de desenvolvimento de projetos na área da qualidade, possibilitando um maior conhecimento do processo produtivo e ferramentas avançadas, e conhecimento mais aprofundado das outras subáreas da qualidade na fábrica, além de integração com as outras áreas da empresa, pois, como é conhecido, a Indústria dispõe de inúmeros métodos de aprendizados, não apenas na área alocada, mas na integração das áreas do processo.

Além disso, pode-se quantificar o ganho desse projeto, pois levando-se em consideração que um funcionário realiza essa atividade todos os dias e demanda 2,13 horas na finalização da mesma, em um mês é equivalente a 53,25 horas de trabalho que poderiam ser dispensados em outra atividade que agregue valor e que não gere um desperdício intelectual.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA A EMPRESA

Recomenda-se que a empresa invista em treinamentos em ferramentas atuais ligadas a inovações tecnológicas, pois em meio a competitividade atual acirrada das empresas a indústria 4.0 tem tomado espaço significativo, e as pessoas da organização precisam se adaptar e se especializar em alguns *softwares*, abandonando o modo operacional de realizar atividades.

5.2 SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

Em face das limitações apresentadas no estudo são significativamente oportunas pesquisas capazes de abordar e avançar nos ganhos quantitativos da implantação do WCM nos diversos pilares, tanto técnicos quanto gerenciais, de modo a subsidiar a análise dos impactos financeiros da adoção e evolução do WCM nas empresas.

REFERÊNCIAS

ABADE, Igor. **Como salvar rascunho no SharePoint**. 2013. Disponível em: <<https://www.tshooter.com.br/2013/09/25/como-salvar-rascunhos-no-sharepoint/>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ARSOVSKI, Slavko; ĐOKIĆ, Ivan; ĐOKIĆ, Snezana Pešić -. **QUALITY IN WORLD CLASS MANUFACTURING**. International Journal For Quality Research, v. - 00565856, n. 103, p.01-08, nov. 2011. Disponível em: < <http://www.ijqr.net/journal/v5- n4/8.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

CABLE, Josh. **World Class Manufacturing is Chrysler's Universal Language**. 2012. Disponível em: <<https://www.industryweek.com/leadership/world-class-manufacturing-chryslers-universal-language>>. Acesso em: 28 jun. 2019

CHRISTO, J.C.M. **Aplicação da Metodologia WCM para aumentar a produtividade de equipe auxiliar do controle de fornos** Acheson. 2015. 40f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, 2015.

CORTEZ, P. R. L. Análise das Relações entre o Processo de Inovação na Engenharia de Produto e as Ferramentas do WCM: Estudo de Caso Em Uma Empresa do Setor Automobilístico. XXX ENGEPE – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo. 2010.

DIGALWAR, A. K. &SANGWAN, K. S.Development and validation of performance measures for world class manufacturing practices in India. Journal of Advanced Manufacturing Systems. V. 6, n. 1, p. 21-38, 2007

FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. InTech - Open Science Open Minds, p. 1–30, 2013

Fleury, A. C. C. e Fleury, M. T. L. (2003) Estratégias competitivas e competências essenciais: perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil, *Gestão & Produção*, 10(2), pp. 129–144.

Flynn, B. B., Schroeder, R. G., & Flynn, E. J. (1999). World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. *Journal of Operations Management*, 17(3), 249–269.

FRANÇA, F. F.; FREITAS, S. G. Manual da qualidade em projetos de comunicação. São Paulo: Pioneira Thompson, 1997.

GHINATO, P. (2000) - Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife

H. Yamashina, (2000) "Challenge to world- class manufacturing", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17 Issue: 2, pp.132-143, <https://doi.org/10.1108/02656710010304546>

HAJIME, Y. **“Introdução ao WCM – World Class Manufacturing”**. Kyoto University, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, 2012.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review. In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 49., 2016, Estados Unidos. Proceedings... Washington, DC: IEEE Computer Society, 2016. p. 3928–3937.

JOAQUIM, Ana Laura Vendramel. **Estudo de caso sobre a implementação do pilar de manutenção autônoma da metodologia World Class Manufacturing (WCM) em uma multinacional do setor de bens de consumo.** 2017. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

KARLSSON, C., AHLSTRÖM, P. - *Assessing changes towards lean production.* International Journal of Operations & Production Management. vol.16, n.2, 1996, p. 24-41.

Lee, E. A., 2008: Cyber Physical Systems: Design Challenges. *11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC)*, 363 – 369.

LOPES, Carlos Roberto. *Lean manufacturing - O segredo da melhoria continua.* 2009. Disponível em: Acesso em: 25 maio 2015.

MARTINS, Consultoria e Treinamentos Metodológicos. **WCM – World Class Manufacturing (Produção de Classe Mundial).** 2011. Disponível em: <<http://www.leanwcm.com.br/wcm.html>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

MARTINS, Fernando Luiz. **Eficiência energética: gestão metodológica para a redução de energia elétrica na indústria Florianópolis, 04.** 2016. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/175088>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

MEZA, Maria Lucia Figueiredo Gomes de. **TRABALHO QUALIFICADO E COMPETÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA PARANAENSE.** 2003. 230 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <<http://www.economia.ufpr.br/Teses%20Doutorado/4%20MARIA%20LUCIA%20FIGUEIREDO%20GOMES%20DE%20MEZA.pdf>> Acesso em: 27 jun. 2019.

MULLER, C. J. **Planejamento estratégico, indicadores e processos: uma integração necessária.** São Paulo: Editora Atlas, 2014.

MURINO, T. A World class manufacturing implementation model Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering. Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering Journal, Italy, 2012.

NASCIMENTO, Maria da Glória Fernandes; NASCIMENTO, Joselia Fernandes. **Indicadores de Desempenho e ferramentas da Qualidade em uma empresa fabricante de estruturas metálicas,** 2015. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/4054/4055>>. Acesso em: 21 mar. 2019

NEELY, A.; GREGORY, M. Performance measurement system design. **International Journal of Operations & Producty Management**, v. 15, 1995. Disponível em: <<http://ebSCO.com>> Acesso em: 03 jul. 2019.

NETLAND, T. **The World Class Manufacturing programme at Chrysler, Fiat & Co.** 2013. Disponível em: <<https://better-operations.com/2013/05/22/world-class-manufacturing-at-chrysler-and-fiat/>>. Acesso em: 22 jun. 2019

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

OLIVEIRA, Jailson Ribeiro de. Estudo das limitações dos sistemas de medição da produtividade numa unidade produtiva do sub-setor cervejeiro da indústria de bebidas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2005. 281 f

PALUCHA, K. World Class Manufacturing model in production management. International Scientific Journal. Vol. 58, p: 227-234, 2012.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Cambridge Journal of Economics**, [s.l.], v. 34, n.1, p.185-202, 2010.

Petrillo A, Felice FD, Zomparelli F (2018) Performance measurement for world-class manufacturing: A model for the Italian automotive industry. Total Quality Management & Business Excellence.

PINTO, Yohana. **Plano de Ação 5W1H: O que é, Exemplos e Como aplicar em seu negócio.** Disponível em: <<https://agregio.net/5w1h/>>. Acesso em: 17 junho. 2019.

REZENDE, Daiane Maciel et al. **LEAN MANUFACTURING: REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS E A PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO.** Resende, 2015. Disponível em: <<https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/104157.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

RIBEIRO, A. P. Utilização da Manufatura de Classe Mundial (WCM) como ferramenta estratégica de diferenciação competitiva. Ponta Grossa: UTFPR, 2014. 40 p. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5931/1/PG_CEEP_2013_1_01.pdf>. Acesso em: 20 abri. 2019

SCUCUGLIA, Rafael. **A importância dos indicadores para a medição de resultados.** Disponível em: <http://www.fnq.org.br/artigo_rafael.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2019.

SHINGO, S. Sistema Toyota de Produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção. Porto Alegre: Bookmann, 1996

SLACK, N. et al. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura:** atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 1993.

SUAREZ, Gregório. **Sistema Toyota de Produção em 3 lições: 1. ORIGENS E PRINCÍPIOS.** 2018. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/sistema-toyota-de-produ%C3%A7%C3%A3o-em-3-li%C3%A7%C3%B5es-origens-e-greg%C3%B3rio-suarez>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

TESTORE, R. World class manufacturing demands world class suppliers. European Journal of Purchasing & Supply Management. Elsevier Science Ltd. 1998.

URBIKAIN, G.; ALVAREZ, A.; LÓPEZ DE LACALLE, L.N.; ARSUAGA, M.; ALONSO, M.A.; VEIGA, F. A reliable turning process by the early use of a deep simulation model at several manufacturing stages. Preprints, [s.l.], 2016.

Yamashina, H. (2000). WCM S E T Introduction. Kyoto.

Yamashina, H. (2007). Challenge to world class manufacturing. International Journal of Quality of Reliability Management, Kyoto, 12(34), 30-31.

Yamashina, H. (2010). WCM livro FAPS dos pilares técnicos. Material interno de divulgação do WCM da empresa em estudo.

YAMASHINA, HAJIME. WCM INTRODUCTION. Material interno de divulgação do WCM da empresa em estudo, 2014.

Apêndice A – Roteiro de observação participante

TEMA	ASPECTOS OBSERVÁVEIS
QUALIDADE	Planilhas de controle Defeitos de qualidade Ferramentas da qualidade - 5W1H Ferramentas da qualidade - 4M Ferramentas da qualidade - PDCA Ferramentas da qualidade - Diagrama de Ishikawa
FÁBRICA	Análise do processo produtivo Estamparia Análise do processo produtivo Funilaria Análise do processo produtivo Tanques Análise do processo de montagem de Pedais Cronograma de projeto Kaizen Fluxograma Setores da empresa Turno de funcionamento
WCM – PILARES TÉCNICOS	Pilar Segurança Pilar Qualidade Pilar Meio ambiente Pilar Desdobramento de custos Pilar Manutenção profissional Pilar Logística e serviço ao cliente Pilar Desenvolvimento de pessoas Pilar Melhoria focada Pilar Gestão preventiva de equipamentos
WCM – PILARES GERENCIAS	Pilar Compromisso da gestão Pilar Clareza de objetivos Pilar ROUTE MAP para WCM Pilar Alocação de pessoas altamente qualificadas para áreas modelo Pilar Compromisso de organização

	Pilar Competência da organização para melhoria Pilar Tempo e orçamento Pilar Nível de detalhe Pilar Nível de expansão Pilar Motivação
<i>SOFTWARES DE GESTÃO</i>	Power bi Share point
KPI's	Índice de Refugo Índice de Retrabalho PIQ PPM Não Conforme PPM <i>Dashboards</i> da Qualidade