



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JÉSSICA FERNANDA DE MELO SILVA

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ESTANTES
METÁLICAS: estudo de caso da metodologia WCM (*World Class
Manufacturing*) em uma empresa de baterias chumbo-ácido**

Caruaru
2019

JÉSSICA FERNANDA DE MELO SILVA

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ESTANTES
METÁLICAS: estudo de caso da metodologia WCM (*World Class
Manufacturing*) em uma empresa de baterias chumbo-ácido**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de produção.

Orientador: Prof^o. Dr. Osmar Veras Araújo.

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

S586o Silva, Jéssica Fernanda de Melo.
Otimização do processo de fabricação de estantes metálicas: estudo de caso da metodologia WCM (World Class Manufacturing) em uma empresa de baterias chumbo-ácido. / Jéssica Fernanda de Melo Silva. - 2019.
72 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Osmar Veras Araújo.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia de Produção, 2019.
Inclui Referências.

1. Metodologia. 2. Eficiência industrial - Pernambuco. 3. Planejamento empresarial - Pernambuco. 4. Fábricas – Pernambuco. 5. Estantes (Mobiliário) - Pernambuco. I. Araújo, Osmar Veras (Orientador). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)
327)

UFPE (CAA 2019-

JÉSSICA FERNANDA DE MELO SILVA

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ESTANTES
METÁLICAS: estudo de caso da metodologia WCM (*World Class
Manufacturing*) em uma empresa de baterias chumbo-ácido**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Aprovada em: 09 / 12 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Osmar Veras Araújo (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dra. Tatiana Balbi Fraga (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dra. Regilda da Costa e Silva Menêzes
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

Atualmente um dos maiores desafios das organizações que buscam competitividade no mercado é oferecer produtos e serviços a seus clientes em curto prazo, com qualidade e ao menor custo possível. Diante deste cenário, ao longo do tempo vários sistemas de produção surgiram com o propósito de eliminar desperdícios e maximizar os lucros. Sendo assim, este trabalho foi estruturado na aplicação da metodologia World Class Manufacturing (WCM) e suas ferramentas, através do desenvolvimento de um projeto *kaizen* com o objetivo de identificar melhorias em uma linha de produção de estantes metálicas em uma fábrica de baterias chumbo-ácido do interior de Pernambuco. Com o intuito de alcançar um nível de excelência mundial, em formato de estudo de caso a pesquisa empenhou-se em eliminar ou reduzir as atividades que não agregam valor ao processo, melhorando assim sua eficiência produtiva. A implantação desse projeto, possibilitou reduzir em 81% o NVAA (atividade sem valor agregado) da linha, e obter um ganho de 38% em produtividade do setor e um ganho de aproximadamente R\$37.000,00 anual para organização.

Palavra-Chave: WCM. Kaizen. Spaghetti diagram. Layout.

ABSTRACT

Currently, one of the greatest challenges for organizations seeking competitiveness in the market is to offer products and services to their customers in the short term, with quality and at the lowest possible cost. Faced with this scenario, over time several production systems have emerged with the purpose of eliminating waste and maximizing profits. Therefore, this work was structured in the application of the World Class Manufacturing (WCM) methodology and its tools, through the development of a kaizen project with the objective of identifying improvements in a metal shelving production line in a lead-acid battery plant in the interior of Pernambuco. In order to reach a level of world excellence, in a case study format, the research sought to eliminate or reduce activities that do not add value to the process, thus improving its production efficiency. The implementation of this project made it possible to reduce the NVAA (non-value-added activity) of the line by 81%, and to obtain a gain of 38% in productivity of the sector and a gain of approximately R\$37,000.00 annually for the organization.

Keywords: WCM. Kaizen. Spaghetti diagram. Layout.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	<i>World Class Manufacturing</i>	18
Figura 2 –	Pilares do WCM	18
Figura 3 –	Objetos de fluxo, notação BPMN	27
Figura 4 –	Objetos de conexão, notação BPMN.....	27
Figura 5 –	Título Raias, notação BPMN	27
Figura 6 –	Artefatos, notação BPMN.....	28
Figura 7 –	Fluxograma do projeto.....	32
Figura 8 –	<i>Layout</i> de estantes.....	33
Figura 9 –	Mapeamento de processos da produção de estantes.....	35
Figura 10 –	Estrutura do projeto <i>kaizen</i>	36
Figura 11 –	Cronograma do projeto.....	39
Figura 12 –	Estoque de matéria-prima (<i>Gemba</i>).....	41
Figura 13 –	Estoque de peças em processo, área 1	42
Figura 14 –	Estoque de peças em processo, área 2	42
Figura 15 –	Arranjo físico atual	43
Figura 16 –	<i>Layout</i> atual, dividido em zonas	43
Figura 17 –	Mapeamento de processos por <i>layout</i>	44
Figura 18 –	Matriz C.....	45
Figura 19 –	<i>Spaghetti diagram</i> , antes da melhoria.....	46
Figura 20 –	Percentual de tempo por tipo de atividade.....	46
Figura 21 –	Estratificação de NVAA.....	47
Figura 22 –	Percentual de distância por tipo de atividade.....	47
Figura 23 –	Meta do projeto.....	48
Figura 24 –	Meia esquadria e chanfro.....	51
Figura 25 –	Novo estoque de matérias-primas.....	52
Figura 26 –	Novo modelo da mesa de meia esquadria, chanfro e solda/acabamento.....	52
Figura 27 –	Carrinho para armazenagem e transporte de materiais em processo.....	53
Figura 28 –	Proteção em “L” para garantir a segurança da área.....	54

Figura 29 –	Novo arranjo físico de área.....	54
Figura 30 –	Planta baixo do novo layout.....	55
Figura 31 –	Planta baixa dimensionada.....	55
Figura 32 –	<i>Spaghetti diagram</i> após a melhoria.....	56
Figura 33 –	Percentual de tempo por tipo de atividade após a melhoria.....	57
Figura 34 –	Estratificação de NVAA após a melhoria.....	57
Figura 35 –	Resultados de produtividade após a melhoria.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	5 Porquês.....	49
------------	----------------	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	<i>Objetivo geral</i>	12
1.1.1	Objetivos específicos	12
1.2	<i>Justificativa e caracterização do problema</i>	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	<i>Sistemas de produção</i>	14
2.2	<i>Lean Manufacturing</i>	14
2.2.1	Os sete desperdícios	15
2.3	<i>WCM</i>	16
2.4	<i>Kaizen</i>	21
2.5	<i>Relatório A3</i>	22
2.6	<i>Ferramentas de qualidade</i>.....	22
2.6.1	Gráfico de Pareto	22
2.6.2	5G	23
2.6.3	5W1H	23
2.6.4	4 M	23
2.6.5	5 Porquês	24
2.7	<i>5S</i>	24
2.8	<i>Brainstorming</i>	25
2.9	<i>Padronização</i>	25
2.10	<i>Spaghetti diagram</i>	25
2.11	<i>Mapeamento de processos</i>	26
2.12	<i>Layout</i>	28
2.12.1	Tipos de layout	29
3	METODOLOGIA DO PROJETO KAIZEN.....	31
3.1	<i>Empresa</i>.....	32
3.2	<i>Produto</i>.....	32
3.3	<i>Processo</i>	33
3.4	<i>Projeto kaizen</i>	35

3.4.1	Step 1 – Descrição do problema/fenômeno.....	36
3.4.2	Step 2 – Observações	37
3.4.3	Step 3 – Definição dos objetivos	37
3.4.4	Step 4 – Análises das causas	38
3.4.5	Step 5 – Plano de ação	38
3.4.6	Step 6 – Resultados	38
3.4.7	Step 7 – Consolidação/padronização	38
3.5	<i>Pré-kaizen</i>	39
4	RESULTADOS	40
4.1	<i>Step 1 – Descrição do problema/fenômeno.....</i>	40
4.2	<i>Step 2 – Observações</i>	41
4.3	<i>Step 3 – Definição dos objetivos</i>	48
4.4	<i>Step 4 – Análises das causas</i>	49
4.5	<i>Step 5 – Plano de ação</i>	49
4.6	<i>Step 6 – Resultados</i>	50
4.6.1	Definição do layout	50
4.6.2	Verificação de resultados.....	56
4.6.3	Meta	58
4.6.4	Ganhos financeiros.....	58
4.7	<i>Step 7 – Consolidação/padronização</i>	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	62
	ANEXO A – FORMULÁRIO A3	66
	ANEXO B – BRAINSTROMING	67
	ANEXO C – PLANO DE AÇÃO.....	68
	ANEXO D – MAPEAMENTO DO PROCESSO.....	69
	ANEXO E – PADRÃO VISUAL	70
	ANEXO F – FORMULÁRIO A3 DO PROJETO	71

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da indústria e o surgimento de novas tecnologias o mercado está cada vez mais competitivo, fazendo com que as empresas se preocupem em melhorar continuamente seus produtos e processos, a fim de atender as demandas de forma rápida, eficiente e com baixos custos. Diante desse cenário, ao longo dos anos vários sistemas de gestão da produção vêm surgindo com o objetivo de auxiliar as empresas a atingir seus objetivos.

Nesse contexto, surge o *World Class Manufacturing* (WCM), do português Manufatura de Classe Mundial, essa metodologia tem como objetivo eliminar as perdas, aumentar a eficiência e excelência nos resultados, através da melhoria contínua dos produtos e processos. Teve sua origem por volta da década de 80, reunindo conceitos da TPM (Total Productive Maintenance), TQC (Total Quality Control), TIE (Total Industrial Engineering) e JIT (Just In Time).

O WCM tem a visão de competição global, que busca alcançar através de altos padrões de qualidade, confiabilidade e atendimento ao cliente, com um envolvimento e comprometimento de todos os trabalhadores da empresa. Essa metodologia é composta por 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais, que serão abordados nesse trabalho.

A empresa que serve de estudo para esse trabalho de conclusão de curso (TCC) adota a metodologia WCM e o trabalho se trata de um estudo de caso de uma otimização de processo por meio de um projeto *kaizen*, do pilar de Melhoria Focada (FI) de uma das unidades fabris da empresa.

A empresa em estudo atua no segmento de acumuladores elétricos automotivo e industriais. É a maior empresa deste segmento na América Latina. Possui sete plantas industriais, seis no Brasil e uma na Argentina. A unidade industrial onde o estudo foi aplicado está situada no interior de Pernambuco e é responsável pela fabricação de baterias industriais.

No segmento industriais, temos as baterias estacionárias, que são baterias chumbo-ácido projetadas para ciclos de descarga profundos, com materiais internos nobres, e placas de chumbo mais espessas, feitas para durarem mais tempo. As aplicações comuns incluem centrais telefônicas, energia solar e eólica, iluminação de emergência, entre outras.

Conforme a norma define, toda bateria estacionária foi projetada para operar de modo imóvel, ou seja, em aplicações ditas estacionárias. Sendo assim, as baterias são alocadas em estantes ou gabinetes. Onde as estantes são metálicas e desenhadas de acordo com as

necessidades do cliente. O setor objeto de estudo do trabalho é o responsável pela produção destas estantes metálicas.

O processo de fabricação de estantes se divide em seis macroprocessos: corte, montagem, solda, acabamento, pintura e embalagem. Do corte ao acabamento as atividades são exclusivamente manuais, se tratam basicamente de corte e soldagem de peças metálicas, os demais possuem uma intervenção maior de máquinas.

Nos meses antecedentes a realização do estudo a linha de produção de estantes não estava atingindo seus indicadores de produção, o que significa dizer que a produção não estava conseguindo atender suas demandas no prazo padrão e apontando a necessidade de intervenção para atacar as causas desse problema.

Portanto, o presente trabalho tratou-se de um estudo de caso que teve como objetivo principal aumentar a produtividade e eficiência da unidade fabril selecionada, por meio da aplicação de uma das principais ferramenta da metodologia WCM (*World Class Manufacturing*), o *Kaizen*.

Para realização do estudo foi primeiramente realizada uma Revisão de Literatura, de natureza exploratória e descritiva, na qual foi realizada uma consulta a teses, monografias, dissertações, artigos científicos e livros. Onde todos os termos abordados estão intimamente ligados com o assunto tratado e serviram para encontrar o referencial teórico necessário para a fundamentação e construção do projeto.

A primeira etapa cuidou de apresentar as principais concepções relacionadas a empresa, o processo e ao projeto *kaizen* da metodologia WCM. Enquanto, a segunda etapa consistiu na apresentação dos resultados das etapas do projeto de melhoria. Por fim, foram apresentadas as conclusões finais da aplicação do estudo e de seus resultados.

1.1 Objetivo geral

Aumentar a produtividade e eficiência da unidade fabril selecionada, por meio da aplicação de uma das principais ferramenta da metodologia WCM (*World Class Manufacturing*), o *Kaizen*.

1.1.1 Objetivos específicos

- Identificar as possíveis causas de ineficiência produtivas;
- Propor melhorias no processo de fabricação de estantes metálicas;
- Padronizar as melhorias realizadas;

1.2 Justificativa e caracterização do problema

O principal problema hoje da unidade gerencial básica (UGB) em questão é o não atendimento das metas de produção, ou seja, a unidade não está atingindo o desempenho e produtividade esperados. Significa que o tempo de produção (*lead time*) está alto e ineficiente, e conseqüentemente, seus custos de produção estão maiores que o projetado. Dentro desse contexto, surge a oportunidade de melhoria no processo produtivo, que gerou um projeto atrativo a organização, uma vez que, trará resultados imediatos e com baixo custo de implementação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Sistemas de produção*

Moreira (2011) define sistema de produção como o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços. Assim como afirma Fusco et al. (2003) o sistema de produção é um conjunto de partes inter-relacionadas que, quando acionadas, atuam sobre entradas, de acordo com padrões pré-estabelecidos para produzir saídas.

Fusco et al. (2003) complementa que o sistema de produção corresponde à parte “ativa” da empresa, que está diretamente engajada em torná-la competitiva e ter sucesso na obtenção e venda de bens e serviços para o mercado consumidor.

Moreira (2011) afirma que o sistema de produção possui alguns elementos constituintes fundamentais. São eles os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o subsistema de controle.

Os insumos são recursos a serem transformados, como as matérias-primas e os recursos que movem o sistema, como a mão-de-obra, o capital, as máquinas e equipamentos, etc. Já o processo é uma atividade ou conjunto de atividades que parte de uma ou mais insumos, transformando-os e lhes agregando valor, criando assim um ou mais produtos, que podem ser bens ou serviços.

E o sistema de controle é a designação genérica que se dá ao conjunto de atividades que asseguram que programações sejam cumpridas, que padrões sejam obedecidos, que os recursos estejam sendo usados de forma eficaz e que a qualidade desejada seja obtida (MOREIRA, 2011).

2.2 *Lean Manufacturing*

O conceito *Lean* foi introduzido por Womack, Jones e Roos em 1990, em seu livro *The Machine That Changed the World*, com o objetivo de descrever as práticas de manufatura das indústrias automotivas japonesas em especial o Sistema Toyota de Produção. Este buscou fabricar seus produtos com a melhor qualidade, ao menor custos e com o *lead time* mais curto. E seu principal objetivo, para alcançar essas metas, foi a eliminação de desperdícios.

Womack et al. (2004), afirma que o *Lean* é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor na sequencia as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupções e

realiza-las de forma cada vez mais eficaz. E determinou cinco princípios-chave para sua aplicação:

- 1. Identificação de valor** – definir o valor, percebido pelos clientes, considerando suas expectativas, necessidades e desejos. E apenas é significativo quando expresso em termos de um produto específico que atende às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico (WOMACK ET AL. 2004)
- 2. Identificar o Fluxo de valor** – consiste em identificar todas o conjunto de atividades específicas necessárias para anteder o cliente final. As atividades são classificadas em três tipos: atividades que agregam valor; atividades que não agregam valor, contudo são fundamentais para realização da atividade, e por último, as atividades que não agregam valor nenhum, estas são denominadas de desperdícios e devem ser eliminadas.
- 3. Determinar o Fluxo contínuo** – consiste em definir o fluxo contínuo de produção, ou seja, sem paradas ou interrupções. O efeito imediato desta ação é a redução de tempos de produção, possibilitando a empresa a ter uma resposta mais rápida as demandas de mercado.
- 4. Produção puxada** – equivale a fabricar o produto apenas quando o cliente solicitar, ou seja, o cliente é quem start a produção não a empresa que “empurra” o produto para o cliente.
- 5. Buscar a perfeição** – concentrar todos os esforços da organização na busca pela perfeição, por meio da eliminação de desperdícios e criação de valor, ou melhor, aplicando o conceito de melhoria contínua.

A aplicação *Lean manufacturing*, nas empresas baseia-se na identificação e eliminação de desperdícios, por essa razão é preciso compreender o que é definido como desperdícios para as áreas industriais.

2.2.1 Os sete desperdícios

Conforme Ohno (1997), desperdício se refere a todos os elementos da produção que utilizam recursos, mas que não agregam valor ao produto, como por exemplo, excesso de pessoas e estoques. Os desperdícios aumentam os custos, e conseqüentemente, podem impactar o lucro da organização ou o preço pago pelo cliente.

Contudo, para eliminar os desperdícios é preciso primeiramente identifica-los através da compreender de todos os processos e definição das atividades que agregam valor ao produto (AV) e das que não agregam valor nenhum (NVAA). Para Ohno (1997), as atividades

que agregam valor são aquelas que geram transformações, por exemplo de quando peças e matérias-primas são transformadas em produtos.

Para Ohno (1997), existem sete tipos de desperdício nos sistemas de fabricação, são eles:

- a) **Superprodução:** ocorre quando se produzis mais produtos que o necessário. Este excesso de produção pode gerar custos de estocagem, movimentação fora o desperdício dos recursos.
- b) **Espera:** acontece quando um operador precisa esperar para que um material seja entregue ou para que uma parada na linha seja resolvida, por exemplo. A espera aumenta o *lead time*, o impacta a flexibilidade do processo produtivo.
- c) **Transporte:** casados geralmente devido ao *layout* ineficiente, maquinário grande ou pela produção em lotes. Ocorre quando lotes precisam ser transportados de um processo a outro, ou no transporte matérias-primas e produtos finais (DENNIS, 2008). Excesso de transporte significam desperdícios de tempo e recursos.
- d) **Excesso de processamentos:** São basicamente operações adicionais que não acrescentam valor ao produto final, isto é, são operações de retrabalho, reprocessamento, por exemplo.
- e) **Inventários:** refere-se ao excesso de matéria-prima, trabalho em processamento ou produtos acabados. Os elevados inventários acabam requerendo maior espaço de armazenagem, provocam envelhecimento dos produtos e implicam normalmente uma maior carga de trabalho a logística interna.
- f) **Movimentação:** engloba os movimentos realizados pelo operador que não acrescentam nenhum valor ao produto. Estão geralmente relacionados a arranjos físicos insuficientes e condições ergonômicas do local de trabalho, maus projetos de ergonômicos afetam de forma negativa a produtividade e qualidade, além de afetar a segurança (DENNIS, 2008).
- g) **Fabricação de peças e produtos defeituosos:** Além do desperdício de tempo e recurso utilizado para fabricação das peças defeituosas, muitas vezes ainda são incorridos os custos de retrabalho relacionados ao conserto dos itens defeituosos.

2.3 WCM

World Class Manufacturing representa uma síntese de vários conceitos, princípios, políticas e técnicas para a gestão e operação de empresas envolvidas na produção, segundo

Arsovski et al (2011). E seus principais objetivos são melhorar continuamente a qualidade, o custo, o tempo de produção, a flexibilidade e o atendimento ao cliente.

O termo *World Class Manufacturing* (Manufatura de Classe mundial) foi usado pela primeira vez em 1984 por Hayes e Wheelwright, que desenvolveu seus conceitos baseado em análises de práticas implementadas em indústrias japonesas e alemãs. O termo está associado ao fato dessas empresas apresentarem um desempenho excepcional nas suas indústrias globais, resultando na classificação como "de classe mundial". (FLYNN ET AL, 1999).

Em 1986, Schonberger utilizou o mesmo termo em seu livro *World Class Manufacturing* com uma abordagem mais intensa. Afirmou que utilizando abordagens de práticas de JIT e gestão da qualidade qualquer empresa poderia reduzir seus *lead times*, por exemplo, e se tornar uma Manufatura de Classe Mundial, afirma Cortez et al (2010).

Felice et al. (2013) apresenta duas definições para WCM uma embasada nas ideias de Schonberger e outra de Yamashina, pela Fiat Group. Schonberger afirma que o termo Manufatura de Classe Mundial abranger as muitas técnicas e tecnologias projetadas para permitir que uma empresa se equipare aos seus melhores concorrentes.

E a Fiat Group Automobiles, que defini *World Class Manufacturing* (WCM) como um sistema de produção estruturado e integrado que engloba todos os processos da planta. Onde o objetivo é melhorar continuamente o desempenho da produção, através da eliminação progressiva dos desperdícios, de forma a garantir a qualidade do produto, mediante envolvimento e motivação das pessoas (FELICE ET AL, 2013).

O modelo WCM tem como base os seguintes conceitos: Total Engenharia Industrial (TIE), Controle de Qualidade Total (TQC), Manutenção Produtiva Total (TPM) e Just In Time (JIT), como pode ser observado na Figura 1. E fundamenta-se em vinte pilares, que são divididos em dois grupos: técnicos e gerenciais, onde cada grupo possui dez pilares de produção, como pode ser analisado na Figura 2.

Cada pilar técnico tem de atingir um determinado objetivo e para isso conta com o apoio total dos pilares de gestão. Os pilares se aplicam a todos os membros da organização, da gestão aos operadores, que são considerados como os verdadeiros protagonistas da mudança, pois essa fundamenta-se de baixo para cima.

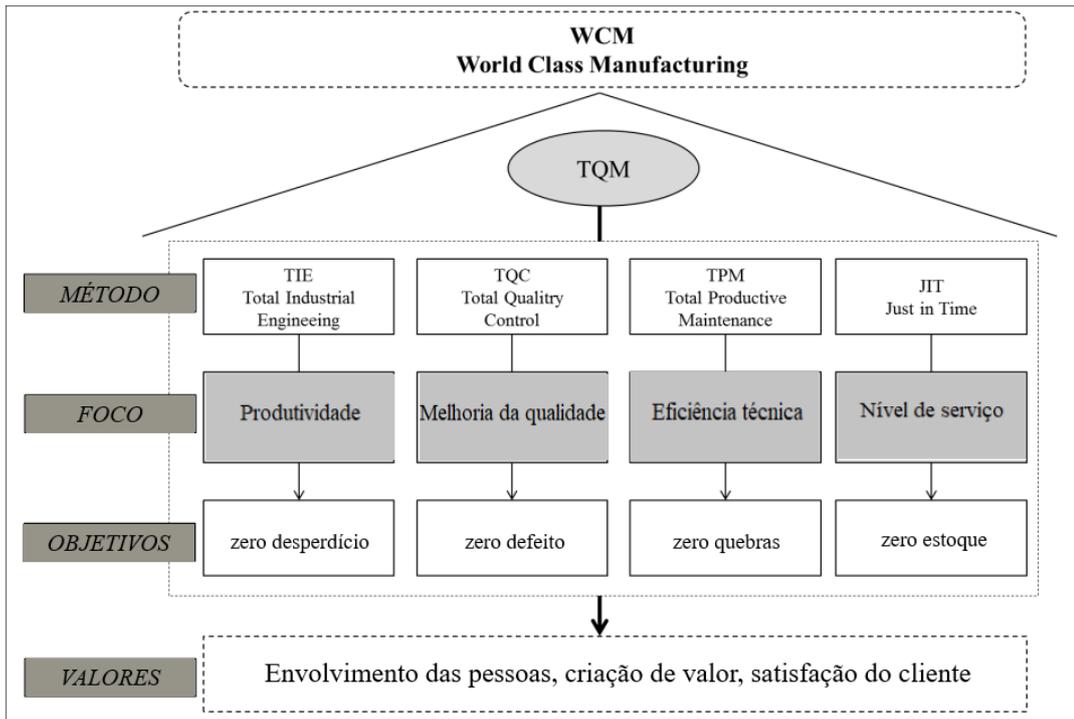


Figura 1 – World Class Manufacturing

Fonte: adaptado de Felice et al (2013).

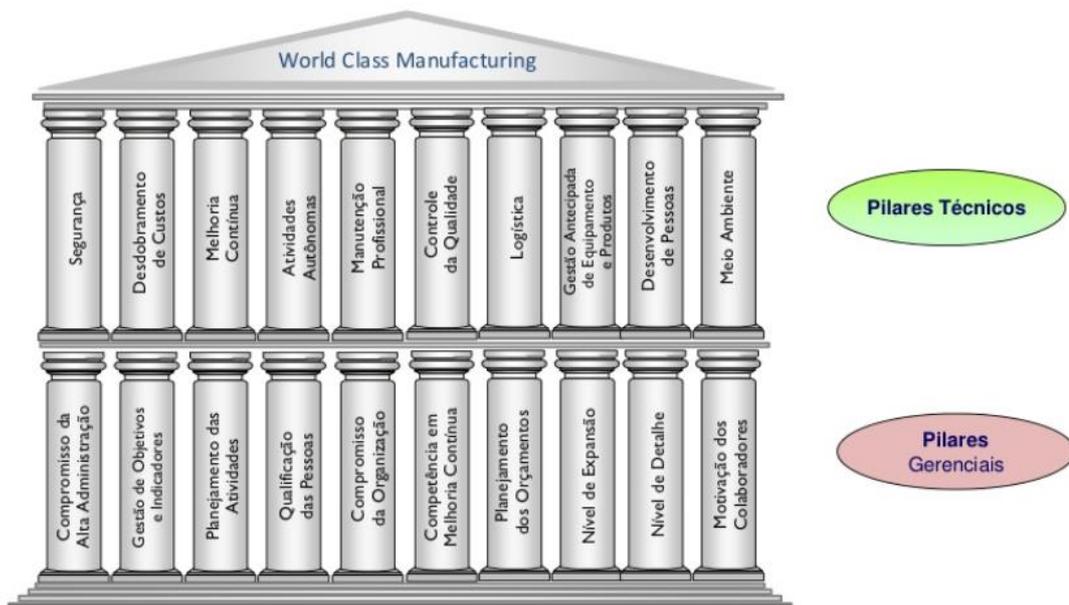


Figura 2 – Pilares do WCM

Fonte: 9º Simpósio SAE Brasil de Manufatura de Classe Mundial.

<https://www.slideshare.net/CaioSantiago3/introduo-ao-world-class-manufacturing>

Palucha (2012), apresenta uma breve descrição sobre os dez pilares técnicos e argumenta que uma metodologia de sete etapas desenvolvida para cada pilar é utilizada para implementar soluções aceitas.

a. Segurança

É um pilar que envolve a melhoria contínua do ambiente de trabalho e a redução de fatores geradores de acidentes e ocorrência. Requer ações preventivas mais intensas, melhoria contínua da ergonomia no ambiente de trabalho, habilidades e qualificações necessárias para eliminar potenciais eventos perigosos e acidentes em toda a organização.

b. Implantação de custos

Para a análise/auditoria de gestão da empresa este pilar introduzir um plano eficaz de redução de desperdícios onde tais atividades possam trazer benefícios substanciais. É necessário desenvolver um programa de melhoria que leve a uma redução de desperdícios. Há atividades realizadas para identificar as perdas, determinar o local de sua produção, avaliá-las, identificar métodos de eliminação e resultados esperados.

c. Melhoria Focada ou Melhoria contínua

O objetivo deste pilar é eliminar as principais perdas identificadas anteriormente no pilar de Desdobramento de Custos. Desta forma as organizações não exploram recursos para questões problemáticas de prioridade menor. As ações corretivas são direcionadas e devem levar a uma solução final do problema e restaurar ou introduzir um novo padrão específico.

d. Manutenção Autônoma ou atividades autônomas

Como as máquinas e equipamentos muitas vezes operam em condições precárias e nunca trabalham em plena capacidade, este pilar torna-se realmente importante. Seu objetivo é melhorar a eficiência do sistema de produção global através de algumas ações como, por exemplo, restauração de um dispositivo ou equipamento mecânico ao seu estado original e manutenção dos seus parâmetros técnicos iniciais para evitar a deterioração. Além disso, este pilar também é responsável pela organização adequada do local de trabalho (Organização do Local de Trabalho), melhoria da eficiência e aumento da produtividade do sistema de produção.

e. Manutenção Profissional

O âmbito das atividades associadas a este pilar é o resultado do número de falhas que ocorrem em muitos sistemas, da falta de medidas preventivas sistemáticas e da fraca cooperação entre os operadores das máquinas e o pessoal do serviço de manutenção. As

principais ações deste pilar centram-se nos seguintes aspectos: controlo e análise das causas das falhas, maior qualificação do pessoal do serviço de manutenção, colaboração com o pessoal responsável pela Manutenção Autónoma, etc.

f. Controlo da qualidade

Este pilar é geralmente projetado para fornecer aos clientes produtos de alta qualidade a um custo mínimo, para desenvolver condições operacionais adequadas para os sistemas de produção e para aumentar as habilidades de resolução de problemas de qualidade dos funcionários.

g. Logística

Grandes estoques ou a necessidade de reprogramar a produção devido à escassez de matéria-prima são geralmente a razão para a execução deste pilar. Alguns de seus objetivos são criar condições favoráveis para o fluxo de materiais dentro da empresa e entre os fornecedores e a fábrica, reduzir o nível de estoque, minimizar a quantidade de deslocamento, reduzir o número de quilômetros e tempo de trânsito dentro da empresa e de fornecedores diretos.

h. Gestão Antecipada de Equipamentos e produtos

Fazem parte deste pilar medidas realizadas se o tempo de arranque de um novo equipamento exceder os registros iniciais. A implementação eficiente deste tipo de trabalho permite a otimização de custos e a eliminação de perdas resultantes do período de inatividade. Além disso, o pilar abrange atividades relacionadas com a gestão precoce do equipamento durante o processo de desenvolvimento do produto, através de uma revisão especial do modelo (*Design Review*), especificação dos requisitos técnicos para a apresentação de uma proposta e fornecimentos compatíveis com os requisitos do utilizador.

i. Desenvolvimento de Pessoas

As ações deste pilar devem assegurar, através de um sistema estruturado de formação, competências e qualificações adequadas para cada posto de trabalho. Além disso, as pessoas treinadas devem estar preparadas para formar mais tarde outros funcionários. Deve existir também um sistema de documentação de conhecimentos e competências operacionais.

j. Meio Ambiente

O décimo pilar é utilizado para cumprir os requisitos de gestão ambiental (conformidade com os requisitos e normas da gestão ambiental), melhoria contínua do ambiente de trabalho, etc. As principais medidas incluem: auditorias internas periódicas que verificam o impacto da fábrica no ambiente circundante, identificação e prevenção de riscos, utilização da norma ISO 14000 e uma série de melhorias técnicas, tais como melhorias no local de produção.

2.4 Kaizen

Kaizen é uma palavra japonesa composta por duas palavras, "kai" e "zen". Kai significa pensar e zen significa bom. Juntos eles significam literalmente melhoria contínua, segundo Mika (2006).

O *kaizen*, muitas vezes pode ser entendido como uma filosofia, metodologia ou ferramenta, para Nakasato (2013), pode ser descrito como uma cultura de melhoria contínua, onde os colaboradores da empresa compartilham da mesma como uma filosofia. Como parte fundamental dessa cultura, são necessárias ações que a demonstrem, estas são conhecidas como eventos *kaizen* e é nesse sentido que se empregam as definições de ferramenta e metodologia.

Para Ortiz (2009) é preciso transformar a filosofia em ação. Muitas vezes conhecido como projeto de melhoria rápida, um evento *kaizen* é um período de tempo definido, programado para permitir que um grupo de funcionários se reúna e implemente o *kaizen*, com a intenção principal de redução de desperdício.

Segundo Mika (2006) os eventos *kaizen* são uma forma de acelerar as melhorias de produtividade, ajudando a organização a encontrar novas maneiras de obter uma economia substancial de tempo, espaço e mão-de-obra. Ou seja, é uma forma de obter pequenas e frequentes melhorias que podem resultar em redução de tempos de entrega, reduções drásticas no trabalho em processo e redução de scrap e defeitos, enquanto minimizam a necessidade de uso de capital.

As etapas do projeto ou evento *kaizen*, são baseadas no ciclo PDCA (*plan, do, check, act*), que é um método de gerenciamento de processos ou sistemas. Segundo Andrade (2013), o ciclo PDCA foi projetado para ter uma estrutura dinâmica, onde o final de um ciclo é o início do outro, e assim sucessivamente. O que torna essa ferramenta ideal para processos de melhoria contínua.

Como mencionado, o ciclo PDCA está dividido em quatro fases bem definidas e distintas, e Andrade (2003) as descreve da seguinte forma:

Plan (Planejar): estabelecer os objetivos e os processos necessários para alcance dos resultados esperados. Esta etapa consiste na: identificação do problema, estabelecimento da meta a ser alcançada, análise do fenômeno, análise do processo e a elaboração do plano de ação;

Do (Fazer): consiste na execução das ações estabelecidas no plano de ação, definidas na fase de planejamento, sendo realizadas de acordo com um cronograma determinado e deve ter todas as ações registradas e supervisionadas;

Check (Checar): executar a verificação da eficácia das ações tomadas. Através da utilização de comparação de resultados (planejados e executados), listagem dos efeitos oriundos das ações executadas, verificação da eficácia das ações tomadas;

Action (Agir): responsável pela padronização dos procedimentos de resultado satisfatório implantados na fase anterior. O processo de padronização resume-se na elaboração ou alteração do padrão, comunicação, treinamento e acompanhamento da utilização do padrão.

2.5 Relatório A3

As etapas do projeto são apresentadas em um relatório A3, que de acordo com Kaviski e Tabaldi (2017), é assim conhecido por ser confeccionado e apresentado em uma folha de papel de formato A3 (29,7 x 42 cm). O documento procura identificar a situação atual, a natureza do problema ou fenômeno, as ações possíveis, a melhor ação, as maneiras de colocá-la em prática e a evidência de que o problema foi efetivamente solucionado.

Sobek e Smalley (2010) determinam o relatório A3 como uma poderosa ferramenta que promete estabelecer uma estrutura completa para implementar a gestão do ciclo PDCA, ao mesmo tempo que possibilita aos autores uma compreensão mais profunda do problema, das oportunidades e das novas maneiras de atacar o problema.

2.6 Ferramentas da qualidade

2.6.1 Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas (CÉSAR, 2011). Este gráfico é representado por barras dispostas em ordem decrescente, onde as barras constituem as causas relevantes para o problema, com a causa principal no lado esquerdo do diagrama seguida das causas menores em ordem decrescente ao lado direito.

2.6.2 5G

O 5G é um método, de origem japonesa, que baseado em observações e no uso dos cinco sentidos permite analisar e descrever problemas. Para Almeida (2017), significa o hábito de ir ao local e visualizar o problema na fonte (onde ocorre), para averiguar os fatos e coletar dados, com o intuito de tomar as melhores decisões para atingir os objetivos.

Queiroz (2016) defini os 5G's da seguinte forma: *Gemba*, consiste em ir ao local do problema; *Gembutsu*, é o ato de checar as condições básicas; *Genjitsu*, é a avaliação dos dados e fatos; *Genri* é a comparação com a teoria; *Gensoku* que consiste na sequência dos padrões.

2.6.3 5W1H

Outra ferramenta utilizada com base em observações feitas em área é o 5W1H, que consiste em pergunta cinco vezes “Por quê?” com a finalidade de obter as causas reais de um problema ou perda. E ao se pergunta o “por quê?” cinco, o como o problema deve ser solucionado também é esclarecido (SHINGO, 1996).

De acordo com Shingo (1996) os 5Ws ou cinco porquês representam as seguintes questões: Quem (*Who*) – Sujeito da produção; O que (*What*) – Objetos da produção; Quando (*When*) – Tempo; Onde (*Where*) – Espaço; Por quê(*Why*) – Encontrar a causa para cada uma das perguntas anteriores, pois todas são importante fatores para resolução de um problema ou perda; Como (*How*) – Métodos.

Shingo (1996), completa reforçando a importância de se pergunta cinco vezes, para impedir que o a investigação seja finalizada antes de se chegar à causa raiz do problema ou perda, que é o objetivo indispensável da melhoria.

2.6.4 4M

O 4M ou Diagrama de Ishikawa, ou ainda Diagrama Espinha de Peixe, tem a função de representar graficamente o relacionamento entre um efeito e todas as possíveis causas que o originaram. Ou seja, é uma ferramenta utilizada para ilustrar o envolvimento existente entre o resultado de um processo (efeito) e os fatores (causa) do processo, que possam afetar o resultado considerado (CÉSAR, 2011).

César (2011), define as causas como variáveis ou fatores que contribuem para o grau de intensidade ou variação do efeito. As causas podem ser classificadas em quatro categorias: mão de obra, máquinas, material e método. Já efeitos, são manifestados por um dado sintoma e resultam de causas específicas.

2.6.5 5 “Porquês”

Utilizamos a ferramenta dos cinco porquês, agora com a finalidade de encontrar as causas raízes das causas listados nos 4Ms. Por meio de perguntas articuladas sobre os efeitos, os motivos e as causas dos problemas obtêm-se às causas principais que devem ser atacadas. A causa raiz é encontrada quando não for mais possível encontrar respostas para as perguntas colocadas.

2.7 5S

O 5S, ou cinco sentidos, teve sua origem no Japão e é assim conhecido devido à primeira letra das cinco palavras japonesas que representa: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. E compreende uma série de atividades para eliminar as perdas, que conseqüentemente contribuem para origem de erros, defeitos e acidentes (LIKER, 2016).

Os cinco sentidos são normalmente representados em português como Senso de Utilização, Senso de Organização, Senso de Limpeza, Senso de Padronização e Senso de Autodisciplina. E são definidos como os seguintes, por Feld (2000):

Seiri (senso de utilização): Trata-se de separar claramente os itens necessários dos itens desnecessários, e descartar estes últimos. Para com isso facilitar o trabalho, facilitar o fluxo de material e a movimentação dos operadores, além de melhorar a utilização do espaço.

Seiton (senso de organização): dedica-se a identificação e organização dos itens que pertencem à área. Todos os itens identificados devem ser classificados e rotulados, isso torna o reconhecimento das ferramentas, recursos e materiais, por exemplo, extremamente visível e rápido.

Seiso (senso de limpeza): corresponde a manutenção da ordem, através da limpeza e arrumação regular. Uma área de produção deve sempre estar limpa no final do turno e não deve haver nada faltando ou fora do lugar. Se a área estiver bem conservada é possível fazer isso usando menos de 2% do tempo de turnos diários programados.

Seiketsu (senso de padronização): está relacionado a disciplina de gestão para fazer cumprir a atividade padrão. Se a atividade de manutenção dos padrões estabelecidos nos sentidos anteriores não for institucionalizada dentro da operação, a área não ficará limpa e os funcionários voltarão aos velhos costumes muito rapidamente. Para isso é indicado a realização de auditorias regulares.

Shitsuke (senso de autodisciplina): diz respeito a fazer com que os operadores adquiram o hábito da limpeza e organização. Proclamar que o *housekeeping* é importante, esclarecer as

expectativas, caminhar no chão da fábrica, recompensar aqueles que estão realizando, e disciplinar construtivamente aqueles que não estão, são responsabilidades dos líderes.

Segundo Liker (2016), o 5S cria um processo contínuo de melhoria e não deve ser utilizada apenas para limpeza e organização, se aplicada de maneira sofisticada pode ser parte do processo de controle do sistema de produção.

2.8 Brainstorming

Segundo Lins (1993), o brainstorming caracteriza-se como uma reunião de grupo em que novas ideias são buscadas, onde o objetivo é o de maximizar o fluxo de ideias, a criatividade e a capacidade analítica do grupo.

A primeira etapa da reunião de brainstorming consiste na apresentação de ideias relacionadas com algum problema. Nessa etapa, os participantes apresentam ideias de forma livre. Em seguida, quando o grupo entender que esgotou as possibilidades relativas ao problema, as ideias devem ser agrupadas, de forma a serem ordenadas (LINS, 1993).

Então outras ferramentas podem ser utilizadas para aprofundar uma análise, conforme o tipo de problema abordado, por exemplo, o diagrama de causa e efeito.

2.9 Padronização

Para Liker (2016), a padronização é a base da melhoria contínua, pois sem ela as melhorias não são percebidas, tomam-se apenas variações do processo atual e acrescenta que a padronização é um facilitador de acréscimo de qualidade, pois em muitos casos é uma ferramenta de percepção de falhas.

Para o Sistema Toyota de Produção o uso da padronização é fundamental para melhoria contínua, a inovação e o crescimento dos funcionários (LIKER, 2016).

2.10 Spaghetti diagram

O *Spaghetti diagram* é uma ferramenta utilizada para identificação do percurso percorrido pelo operador ou pelo material durante a execução de um processo. E a razão pela qual tem esse nome é que ao final da execução da ferramenta o desenho parece uma tigela de esparguete (FELD, 2000).

A ferramenta consiste em desenhar sobre a planta do espaço em avaliação o percurso realizado pelo operador ou pelo material durante todo o processo, e medir esses percursos. As medições realizadas podem ser o tempo de duração, a distância percorrida ou ambos.

Esse diagrama permiti uma captura da condição atual e exibe visualmente o que está realmente ocorrendo no processo. Assim, identificando oportunidades significativas para a eliminação ou redução de desperdício, e ainda fornece dados reais para tomada de decisões (FELD, 2000).

2.11 Mapeamento de processos

O Mapeamento de processos é uma técnica utilizada para entender de forma clara e simples como uma unidade de negócio está operando, representando cada operação dessa unidade em termos de entradas, saídas e ações.

Essa técnica de compreensão e documentação é fundamental para diversas metodologias de melhoria de processos, pois é a partir de um mapa bem estruturado do processo que sugestões de melhoria e áreas de atuação dessas metodologias podem ser listados e observados com mais detalhe.

O mapeamento de processos ou modelagem de processo pode ser desenhado em diversões tipos de notação e segundo Cavalcanti (2017), atualmente a maioria dos projetos de modelagem utiliza a notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) que foi desenvolvida em 2004 pela BPMI.

Canello (2015), defini BPMN como um grupo de ferramentas gráficas com a finalidade de mapear, medir, desenhar e simular os processos das organizações, ou seja, é um padrão de notação gráfica para modelagem de processos.

A BPMN é uma notação de visual bem elaborada bem elaborada e proporciona um bom suporte para projetos de fluxo de trabalha. Uma vez que, tem como um de seus objetivos cria um mecanismo simples para desenvolvimento dos modelos e ao mesmo tempo garantir a complexidade inerente aos processos (CAVALCANTI, 2017).

De forma geral, o BPMN é composto por quatro categorias básicas de elementos (CANELLO, 2015):

- a) objetos de fluxo, usados para definir o comportamento do processo (Figura 3);
- b) objetos de conexão, usados para conectar objeto de fluxo entre si ou entre artefatos (Figura 4);
- c) raias e piscinas, utilizados para organizar os objetos e artefatos em categorias separadas (Figura 5);
- d) artefatos, usados para fornecer informações adicionais as atividades (Figura 6);

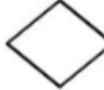
ELEMENTO		DESCRIÇÃO	NOTAÇÃO	
Objetos de Fluxo (Flow Objects)	Evento	É algo que acontece durante um processo podendo interferir no início, meio ou fim. São representados por círculos e podem conter informações associadas.		representa o início
				representa o meio ou intermediário
				representa o fim
	Atividade	Atividades podem ser divididas em tarefa ou subprocesso. As atividades representam o trabalho realizado. Os subprocessos são conhecidos como atividades compostas, dentro de um mesmo diagrama de negócio e podem ser abertos ou fechados.		representa a atividade na forma geral
				representa um subprocesso
Gateway	São elementos para controle em casos de divergência ou convergência e determina decisões ao longo do fluxo.		representa uma decisão na forma geral	

Figura 3 – Objetos de fluxo, notação BPMN

Fonte: Canello (2015)

ELEMENTO		DESCRIÇÃO	NOTAÇÃO	
Objetos de Conexão (Connections Objects)	Sequência	Utilizados para demonstrar a ordem das atividades em um processo.		representado por uma linha sólida
	Mensagem	Utilizado para demonstrar o fluxo das mensagens entre as atividades.		representado por uma linha tracejada
	Associação	Utilizado para associar dados, texto, e outros artefatos com os objetos de fluxo e demonstram as entradas e as saídas das atividades.		representado por uma linha pontilhada

Figura 4 – Objetos de conexão, notação BPMN

Fonte: Canello (2015)

ELEMENTO		DESCRIÇÃO	NOTAÇÃO	
Raias (Swimlanes)	Pool	Utilizado para representar e definir um processo ou um participante, porém não representa os departamentos da empresa.		representação gráfica
	Lane	É uma subdivisão dentro do processo para organizar as atividades. Usada para separar os processos dentro de uma organização.		representação gráfica

Figura 5 – Raias, notação BPMN

Fonte: Canello (2015)

ELEMENTO		DESCRIÇÃO	NOTAÇÃO	
Artefatos (Artifacts)	Dados	Representa um documento, uma informação ou outro objeto qualquer que é utilizado ou modificado ao longo do processo.		representado por linhas pontilhadas
	Anotação	Utilizado para fornecer dados adicionais ao fluxo, atividade, processo.		representação gráfica
	Grupo	Usado para finalidades de documentação ou de análise.		representado por um retângulo tracejado de cantos arredondados

Figura 6 – Artefatos, notação BPMN

Fonte: Canello (2015)

Para modelagem da notação BPMN há um software de gratuito, muito conhecido e difundido no mercado o Bizagi Modeler. A ferramenta tem recursos que ajudam a evitar a utilização equivocada de alguns elementos, e possui um verificador que ajuda a validar a integridade do processo.

Os diagramas criados são gravados no formato próprio da ferramenta (extensão.bpm) mas podem ser exportados para formatos de imagem como PNG e BMP, além de gerar documentações no formato de manuais que podem ser exportados em PDF, DOC, para wiki e também um formato navegável HTML. É possível também exportar e importar arquivos nos formatos padrões BPMN e XPD. L.

2.12 Layout

Paoleschi (2009) define *layout* como o planejamento e integração dos caminhos dos componentes de um produto ou serviço, a fim de obter o relacionamento mais eficiente e econômico entre o pessoal, equipamento e materiais em movimentação. Ou seja, ao elaborar o *layout*, deve-se buscar a disposição que melhor conjugue equipamentos, homens e as fases do processo ou serviço, afim de permitir o máximo rendimento, na menor distância e no menor tempo possível.

Segundo Slack et al. (2009) apesar dos objetivos principais de um *layout* dependerem dos objetivos estratégicos da operação, existem alguns objetivos gerais que são relevantes a todas as operações: segurança, extensão e clareza do fluxo, conforto para os funcionários, acessibilidade, uso de espaço e flexibilidade de longo prazo.

Para Martins e Laugeni (2005), a elaboração do *layout* deve considerar o planejamento do todo e em sequência as partes, o arranjo ideal e por fim o prático, para assim se ter uma

visão global. Com o número de máquinas e equipamentos definidos, deve-se estabelecer o tipo de *layout*, considerando o processo, o espaço físico e o maquinário utilizado.

2.12.1 Tipos de layout

Slack et al. (2009) afirma que a maioria dos *layouts* derivam, basicamente, de quatro tipos básicos de *layout*: posicional, funcional, celular e por produto.

- **Layout posicional**

Também conhecido como *layout* de posição fixa, os insumos, ou seja, matérias, informações, clientes não se movem, enquanto equipamentos, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário. Exemplos: construção de rodovias e estaleiros.

- **Layout funcional**

Slack et al. (2009) afirma que esse *layout* também é conhecido como *layout* por processo, e conforma-se às necessidades e conveniências das funções desempenhadas pelos recursos transformadores que constituem os processos. Significa que, quando produtos, informações ou clientes fluírem pela operação, eles percorreram um roteiro de atividade a atividade, de acordo com suas necessidades. Exemplos: hospitais e supermercados.

- **Layout celular**

É aquele em que os recursos transformados, insumos, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação, a célula, na qual todos os recursos transformadores necessários a tender a suas necessidades imediatas de processamento estão localizados. Cada célula pode ser arranjada segundo um *layout* funcional ou por produto, explica Slack et al. (2009).

- **Layout por produto**

Neste arranjo cada produto, informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos são arranjados fisicamente. Os recursos em transformação seguem um “fluxo” ao longo da “linha” de processos, afirma Slack et al. (2009).

Ainda sobre os tipos de *layouts*, Slack et al. (2009) explica que muitas operações projetam *layouts* mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de *layouts*, ou ainda, usam tipos básicos de *layout* de forma “pura” em diferentes partes da operação.

Outro tipo de *layout* é o tipo “U”, que segundo Miltenburg (2001), é um tipo especial de fabricação celular em forma de “U” muito utilizada em ambientes de produção *just-in-time* (JIT). Esse modelo de arranjo pode ser usado com a finalidade reduzir o tempo de produção, melhorar a qualidade e proporcionar maior flexibilidade.

Neste modelo de *layout* as máquinas e postos de trabalho são dispostas em forma de U, na ordem em que as operações de produção são realizadas, seguindo uma estrutura de fluxo linear. Os operadores trabalham dentro da linha U e o produto e, conseqüentemente, o movimento dos operadores pode ser no sentido horário ou anti-horário (MILTENBURG, 2001).

Para esse tipo de arranjo, segundo Miltenbrug (2001) há apenas uma unidade de estoque de material em processo entra as máquinas ou postos de trabalho, o que reduz altos volumes de materiais e permiti uma rápida visualização de desbalanceamento de produção.

3 METODOLOGIA DO PROJETO KAIZEN

Este trabalho consiste em um estudo de caso que, por meio da aplicação de ferramenta e coleta de dados, se propõe a identificar um problema, analisar as evidências, desenvolver argumentos lógicos, avaliar e tomar decisões.

O estudo de caso abordado tem caráter quantitativo, qualitativo e exploratório. O objetivo de uma pesquisa exploratória é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido, onde ao final, você conhecerá mais sobre aquele assunto, e estará apto a construir hipóteses.

Para atingir os objetivos determinados, o presente trabalho foi dividido em cinco etapas: identificação do problema, revisão da literatura, planejamento, projeto *kaizen* e considerações. Onde como pode ser observado na Figura 7, cada etapa tem uma função específica e equivale a base para execução da etapa seguinte.

Sendo assim, neste capítulo será descrita a empresa onde o estudo foi aplicado, o produto, o processo, o cenário que motivou a aplicação da metodologia no local escolhido e as etapas de desenvolvimento da pesquisa.

Essa pesquisa foi realizada mediante a execução de um projeto *kaizen*, que baseado no ciclo PDCA e na metodologia WCM, e apresentado em um relatório A3, busca o desenvolvimento de uma melhoria de layout no setor de produção de estantes metálicas de uma empresa fabricante de baterias chumbo-ácido. Por meio de uma estrutura definida e descrita em sete passos, o projeto permite a aplicação de ferramentas da qualidade de maneira sequencial e objetiva.

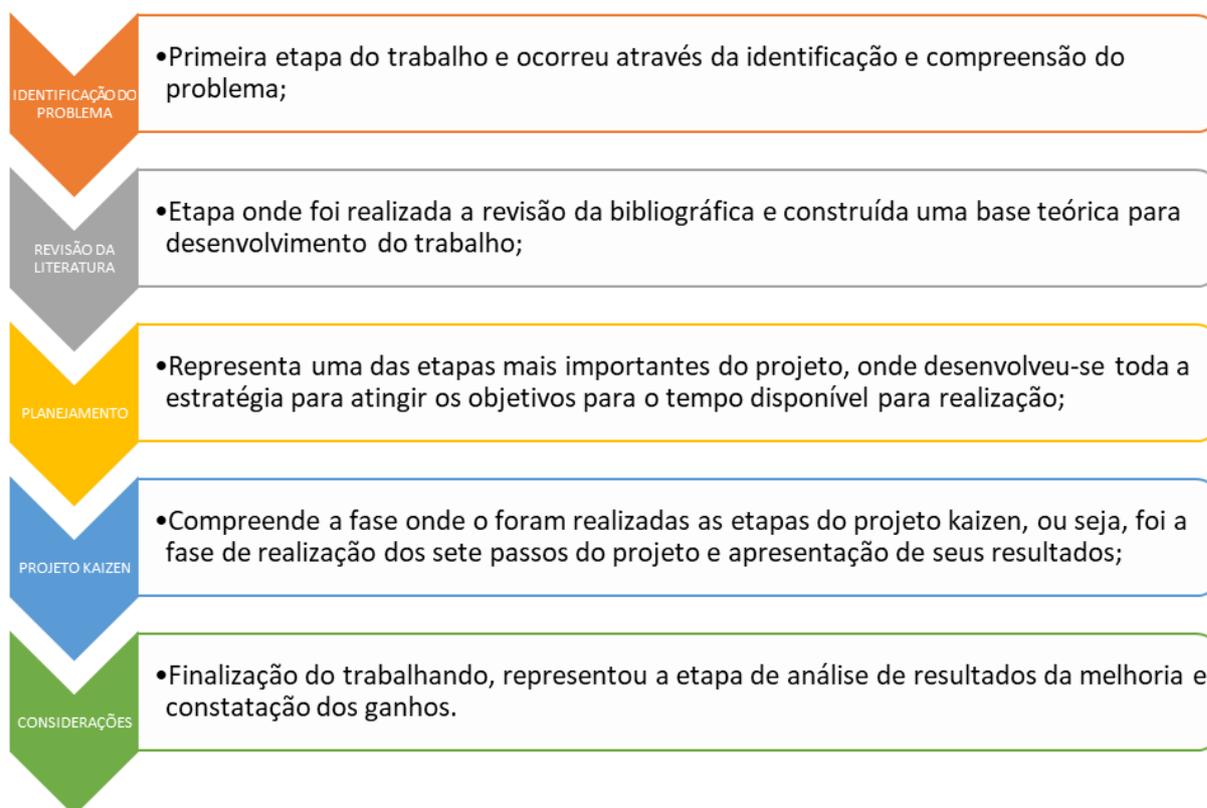


Figura 7 – Fluxograma do projeto.

Fonte: autor.

3.1 Empresa

O estudo foi realizado em uma das sete plantas industriais pertencente a empresa de acumuladores elétricos automotivo e industrial, situada no interior de Pernambuco. E que é hoje a maior empresa do segmento da América Latina.

A empresa é fornecedora de acumuladores de energia para metade dos carros fabricados no Brasil e atende mercados nacionais e externos através de uma rede de distribuição própria com mais de 80 pontos no Brasil e em países da América do sul. Além de atender o mercado de repositores e o fornecimento de baterias industriais tracionárias e estacionárias.

3.2 Produto

O foco deste estudo, é a fabricação de estantes metálicas que são um acessório da bateria estacionária clean, que segundo a Moura, é uma bateria que apresenta o melhor desempenho sob condições severas de uso, como altas temperaturas ou condições diversas de fornecimento de energia. Essa linha tem o certificado da Anatel e em geral, é utilizada pelos setores de Telecomunicações, Geração, transmissão e distribuição de energia, Nobreaks e Estabilizadores, Refinarias, Oleodutos e Vigilância eletrônica.

Segundo o Manual Técnico de Baterias Estacionárias da Moura, as estantes metálicas são produzidas com a finalidade de aperfeiçoar o *layout* disponível nas diversas aplicações que estarão envolvidas. Ou seja, uma vez que as baterias estacionárias são formadas por conjuntos de elementos 2V, as estantes são utilizadas para garantir que a bateria seja montada da melhor forma possível. Exemplos dos “Layouts” mencionados podem ser vistos na Figura 8.

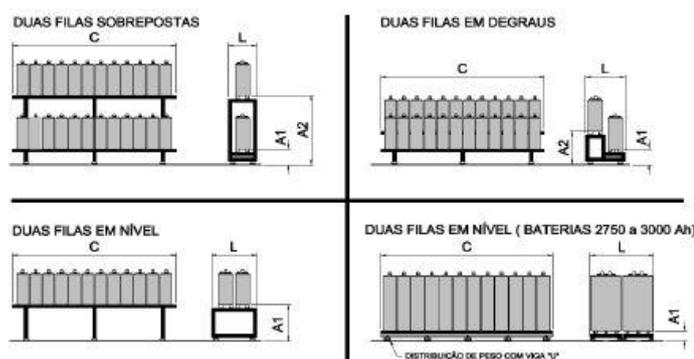


Figura 8 – Layout de estantes.

Fonte: material interno da organização.

A NBR 14197-2018, norma técnica de para acumuladores chumbo-ácido estacionário ventilado, diz que as estantes, no mínimo, devem atender às seguintes características:

- as partes constituintes devem ter resistência mecânica adequada para suportar com segurança os elementos ou monoblocos, sem apresentar abaulamentos ou deformações;
- as partes metálicas devem ser resistentes à corrosão;
- a distância entre as fileiras verticais deve permitir medições sem riscos de acidente;
- a estante deve ser projetada de modo a permitir total visualização interna dos elementos ou monoblocos montados e o fácil acesso para manutenção;
- as interligações dos elementos ou monoblocos, entre fileiras ou adjacentes, devem possuir isolamento elétrica.

Sendo assim, além de aperfeiçoar o *layout*, as estantes também tem a função de auxiliar na ergonomia da bateria, pois permiti um melhor visualização do nível de ácido dos elementos e do funcionamento da bateria, de garantir o aterramento, as estantes tem em sua estrutura pontos de aterramento, e facilita os processos de manutenção e controle da bateria.

3.3 Processo

O processo de produção de estantes se dividi em seis principais processos: corte, montagem, solda, acabamento, pintura e embalagem. Na primeira etapa, os insumos

cantoneiras, longarinas e quebra ventos são cortados na serra policorte, é um equipamento pequeno e de fácil manuseio e sua função está associada ao corte de ferro, alumínio, aços, perfilados e tubos.

Depois as cantoneiras e quebra ventos são cortadas novamente em meio esquadria ou 45° e acabadas por chanfradura, é uma técnica pela qual se executa um chanfro, ou seja, um corte numa aresta de um corpo sólido, normalmente a 45° caso ambas as peças façam um ângulo de 90° entre si. E por finalizar o macroprocesso de corte as peças são marcadas e furadas, na furadeira industrial.

O processo seguinte é montagem, onde as cantoneiras cortadas são ligadas por um pingo de solda para formar os quadros. Logo após, os quadros são soldados, ou seja, são unidos, através da fusão em seguida da solidificação do material, ao ser expostos a uma fonte de calor.

Então, os quadros, longarinas e quebra eventos são acabamento, que o significa dizer, que as peças são lixadas e polidas para eliminar imperfeições e rebarbar. Posteriormente, as peças acabadas passam pelo processo de jateamento com granalha de aço ou similar, que tem a função de limpeza da superfície, removendo todas as impurezas e evitando a formação de óxidos, afim de não prejudicar a aderência.

Por fim as peças são pintadas eletrostaticamente, na cor padrão cinza, e embalagem, os quadros e peças pintados são embalados em plástico bolha e encaixotados em engradados de madeira.

O fluxo de processos descrito nos parágrafos anterior pode ser melhor observado na Figura 9, que ilustra o mapeamento de processos da produção de estantes metálicas desenhado no software Bizagi e utilizando a linguagem BPMN.

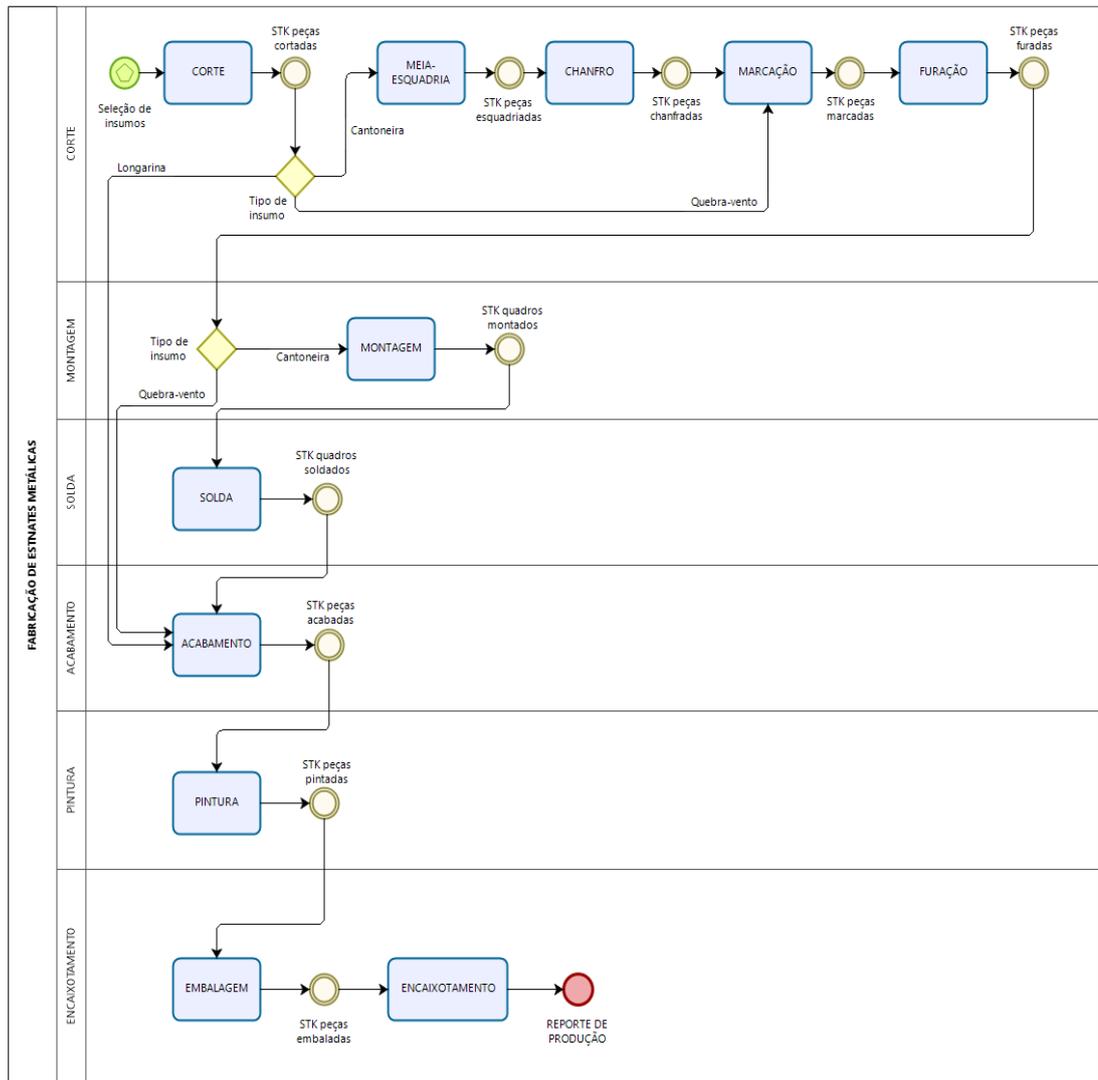


Figura 9 – Mapeamento de processos da produção de estantes.

Fonte: autor.

3.4 Projeto kaizen

A empresa de estudo classifica seus projetos *kaizen* em 4 tipos, são eles: *Quick*, *Standard*, *Major* e *Advanced*. O primeiro para problemas simples e que não requer análises, melhorias do tipo ver e agir, o segundo são problemas simples, mas que requerem análises e conhecimento técnico/específico para implantação da melhoria e o terceiro e quarto são problemas de média e alta complexidade, que requerem grupos multifuncionais e uso de ferramentas de análise avançadas.

Na Figura 10 é apresentada a estrutura do projeto *kaizen* da organização, onde associado as fases do ciclo PDCA temos as fases específicas do projeto, que são denominadas de *Steps*, e as ferramentas utilizadas em cada uma. Ao todo tem-se sete *Steps*, são eles:

Step 1 – Descrição do problema/fenômeno;

Step 2 – Observação;

Step 3 – Definição dos objetivos;

Step 4 – Análise das causas;

Step 5 – Plano de ação;

Step 6 – Resultados;

Step 7 – Consolidação/Padronização.

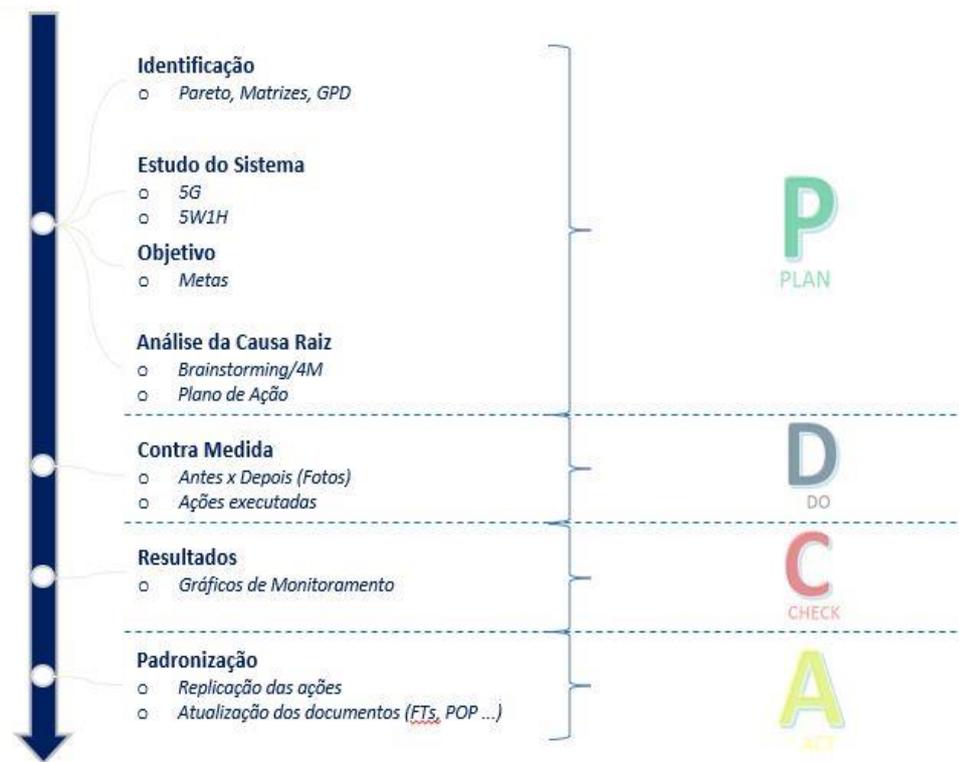


Figura 10 – Estrutura do projeto kaizen.

Fonte: material interno da organização

O projeto é documentado em um relatório A3, onde todos os *steps* e ferramentas são descritos para uma análise clara e objetiva. O modelo de relatório utilizado é o padrão da empresa e pode ser observado no Anexo A.

3.4.1 STEP 1 – Descrição do problema/fenômeno

Como ponto de partida do projeto, este primeiro passo equivale a apresentação do problema identificado, por meio da descrição do mesmo e apresentação de dados que comprovem sua ocorrência.

Existem várias maneiras de se identificar um problema ou uma perda na metodologia WCM, seja por meio de matrizes direcionadoras, indicadores, gráfico de Pareto, ou outras ferramentas e métodos de análise.

3.4.2 STEP 2 – Observação

Neste passo busca-se o entendimento completo do problema, no contexto em que ele ocorre. Ir ao local do problema é uma das etapas mais importantes do projeto, pois é preciso entender de fato o que está acontecendo e deve ser uma das ferramentas iniciais na resolução dos problemas (QUEIROZ, 2016).

São utilizadas duas ferramentas nesta etapa o 5G, que força uma observação do problema onde ele acontece, verificando o atendimento às condições básicas, o conhecimento do operador, a existência ou atendimento ao POP e se, de fato, todos esses pontos estão de acordo com a teoria. E o 5W1H, por sua vez, é uma ferramenta que descreve detalhadamente o problema com base no que foi observado.

3.4.3 STEP 3 – Definição dos objetivos

Está é a etapa de definição da meta a ser alcançada por intermédio da melhoria realizada. É um passo muito importante, pois a meta permite que o projeto se concentre no problema e fornece um senso de direção. Porém, para que isso ocorra é preciso que a meta determinada seja significativa, por isso se utiliza o conceito de Meta *Smart*.

Para Doran (1981), uma meta *Smart* precisa ser:

Specific (específica) - direcionar uma área específica para melhoria;

Measurable (mensurável) - quantificar ou pelo menos sugerir um indicador de progresso;

Assignable (atribuível) - especificar quem o fará;

Realistic (realista) - indicar quais os resultados que podem ser alcançados de forma realista, levando em conta os recursos disponíveis;

Times-related (relacionado com o tempo) - especificar quando o(s) resultado(s) pode(m) ser alcançado(s).

A meta *Smart* definida para o projeto é representada graficamente, através de uma comparação com os resultados anteriores e o resultado que se pretende alcançar após a implementação da melhoria.

3.4.4 STEP 4 – Análise das causas

Ao se identificar o problema na origem, costuma ser muito simples determinar a causa direta. Todavia, é raro que a causa mais óbvia seja a causa raiz do problema. Portanto, é preciso realizar observações e experimentos para encontrar a causa, que se resolvida, eliminará todas as ocorrências futuras do problema.

E para análise das possíveis causas são utilizadas as ferramentas: Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês. E as análises e ferramentas utilizadas nos passos anteriores são usadas para dar embasamento e direcionamento a fim de se obter por definitivo a causa raiz do problema ou perda observados.

3.4.5 STEP 5 – Plano de ação

Após a realização das etapas anteriores é possível ter uma visualização clara do problema, das causas reais e do que precisa ser feito para alcançar a meta de melhoria estabelecida.

Portanto, essa etapa consiste em determinar as ações que precisam ser realizadas, quem serão os responsáveis por realizá-las, onde serão executadas, como e quanto custará implementá-las. Todas essas informações são traçadas em um plano de ação e controladas por um cronograma de execução.

3.4.6 STEP 6 – Resultados

Nesta etapa, é preciso demonstrar através do mesmo gráfico do item de controle utilizado no *Step 3*, os resultados alcançados após a implementação das melhorias e compará-los à meta proposta. A fim de controlar e analisar os resultados obtidos pela implementação das ações do passo anterior.

E também consiste em calcular os custos com o projeto, que devem ser comprovados através de recibos de compra, ordens de compra, horas de trabalho para implementação das melhorias, entre outros. E em seguida, o Pilar de Custos deve ser acionado para fazer toda a análise financeira do projeto (*saving*, custos e B/C).

3.4.7 STEP 7 – Consolidação/padronização

Último passo do projeto *kaizen* é a consolidação e padronização das melhorias, que inclui a criação de documentos, LPPs e aplicação de treinamentos, assim a melhoria pode ser continuada, documentada e revisada quando necessário.

3.5 Pré-kaizen

A etapa preliminar do projeto Kaizen, consiste no preenchimento do cabeçalho do relatório que contém as seguintes informações: tipo do projeto, tema, setor, time, pilar e cronograma.

A seleção do tema trata-se da definição do problema a ser trabalhado, motivando a escolha através de uma ferramenta de priorização, como as Matrizes de Custos, Qualidade e Segurança, ou indicadores gerais, Hora Extra, etc.

Já a escolha da equipe do projeto deve ser feita de forma objetiva, avaliando as competências necessárias de todos os colaboradores, que possam contribuir com o desenvolvimento das ferramentas de solução de problemas.

O presente projeto é classificado como um Major kaizen, por se tratar de um problema de média a alta complexidade, requer o uso de conhecimentos, ferramentas e análises mais avançadas e técnicas para realização da melhoria necessária.

O projeto em estudo foi desenvolvido na linha de produção de estantes na unidade gerencial básica Aço, que se encontra em uma das unidades fabris da empresa em estudo e é responsável pela fabricação de caixa de aço e estantes metálicas, para baterias industriais.

O time teve como líder a autora deste trabalho, que contribuiu com a competência técnica para análise e aplicação de ferramentas, e como membros o encarregado de produção e os três operadores da linha, que contribuiriam com conhecimentos sobre o produto e sua fabricação e experiência em área.

O pilar determinado foi de melhoria focada, pois é um pilar técnico direcionado ao combate de grandes perdas resultantes do pilar de desdobramento de custos. É um procedimento focado na solução de temas específicos e identificáveis, que se propõe a obter um resultado em curto prazo, com elevados benefícios, em termos de redução de custos devido às perdas e aos desperdícios.

E o tema determinado foi “Aumento de produtividade na produção de Estantes” e baseado nas ações necessárias o cronograma de projeto foi definido como na Figura 11.

CRONOGRAMA:				
	P	D	C	A
P (Planejado)	24/10/2019	23/11/2019	27/11/2019	29/11/2019
E (Executado)				

Figura 11 – Cronograma do projeto.

Fonte: autor.

E todos os dados a seguir foram documentados em um relatório A3, padrão da organização (Anexo F).

4 RESULTADOS

4.1 STEP 1: Descrição do problema

Para atingir os seus objetivos de gestão, as organizações devem procurar elevados padrões de eficiência e eficácia. A eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo otimizado para a produção do serviço. Enquanto, a eficácia mede até que ponto os objetivos de gestão definidos foram cumpridos. (ALEGRE, ET AL. 2004)

Segundo Alegre et al. (2004), um indicador de desempenho é uma medida quantitativa de um fator de desempenho da organização ou do seu nível de serviço. É um instrumento de apoio ao acompanhamento da eficiência e da eficácia da organização, simplificando uma avaliação que ao contrário seria mais complexa e subjetiva.

A organização de estudo, utiliza indicadores de desempenho para controle e avaliação produtiva. Ou seja, são definidas metas de atendimento, baseadas na capacidade das linhas produtivas, com o intuito de gerar dados de controle de produção.

Quando os indicadores estão abaixo da meta é uma evidência de que algo está errado, foi o caso da unidade gerencial básica (UGB) em estudo. Entre os meses de abril até agosto a linha não atingiu as metas de atendimento previstas. Indicadores de produção baixos significam, entre outros fatores, que a operação está produzindo abaixo da capacidade.

Inicialmente, o problema principal parecia estar relacionado a programação da linha. A linha de estantes era programada pelo produto final, ou seja, a operação era responsável pela execução do planejamento das atividades e matérias necessários para atender a demanda enviada.

Ao analisar o mapeamento de processos da produção de estantes metálicas, notou-se que as atividades mais complexas são voltadas a confecção de um subproduto e não do produto final. Ou seja, devido à complexidade dos processos programar a linha pelo produto final não era satisfatório, pois a operação passa a maior parte do tempo visualizando o subproduto.

Porém ao analisar a área, foi percebido que havia um problema ainda maior, o layout da linha. A disposição física de máquinas, equipamentos e estoques geravam inúmeros deslocamentos, e conseqüentemente desperdício de tempo, em ações sem valor agregado (NVAA).

4.2 STEP 2: Observações

Para obter uma análise qualitativa *in loco* foi utilizada a ferramenta 5G. Onde mediante observações e análises foi possível identificar alguns problemas relacionados ao *layout* da linha de produção e percebeu-se que o fenômeno descrito no problema se concentrava nas etapas de corte, montagem, solda e acabamento de estantes, uma vez que todos se encontram na mesma área física e são os principais processos de construção do produto final.

Por meio das observações no *Gemba*, um dos problemas encontrados foram os estoques, tanto de matérias-primas quanto de materiais entre processos e produtos finais. Os estoques de matéria-prima estavam localizados em um dos lados da linha (Figura 12), embora sejam utilizados somente na primeira etapa do processo produtivo, ou seja, são itens de baixa utilização e não precisam estar dispostos na linha.



Figura 12 – Estoque de matéria-prima (Gemba).

Fonte: autor.

Já os estoques de peças entre processos e produtos finais, são dispostos em um dos cantos da área de produção ou de forma aleatória ao lado das máquinas e equipamentos (Figuras 13 e 14). Esse foi constatado como o fator determinante da atividade de movimentação dos operadores, pois os mesmos tem que se deslocar inúmeras vezes durante a execução das atividades para armazenagem as peças.



Figura 13 – Estoque de peças em processo, área 1.

Fonte: autor.



Figura 14 – Estoque de peças em processo, área 2.

Fonte: autor.

Outro problema encontrado foi a disposição de máquinas e equipamentos na área (Figura 15). O layout atual da linha de estantes não possibilita um fluxo contínuo de produção, o que ocasiona o excesso de estoques e movimentações desnecessárias, além de uma desordem em relação a compreensão e execução do fluxo produtivo.



Figura 15 – Arranjo físico atual.

Fonte: autor.

Para uma melhor compreensão da situação atual do *layout* atual foi feita uma representação em planta baixa da mesma e dividida em zonas de atividades, como pode ser observado na Figura 16. As zonas foram nomeadas de *layout 1* (policorte e estoque de matéria-prima), *layout 2* (meia esquadria, chanfro e furadeira industrial), *layout 3* (montagem/solda) e *layout 4* (pallets de peças entre processos e produtos finais).

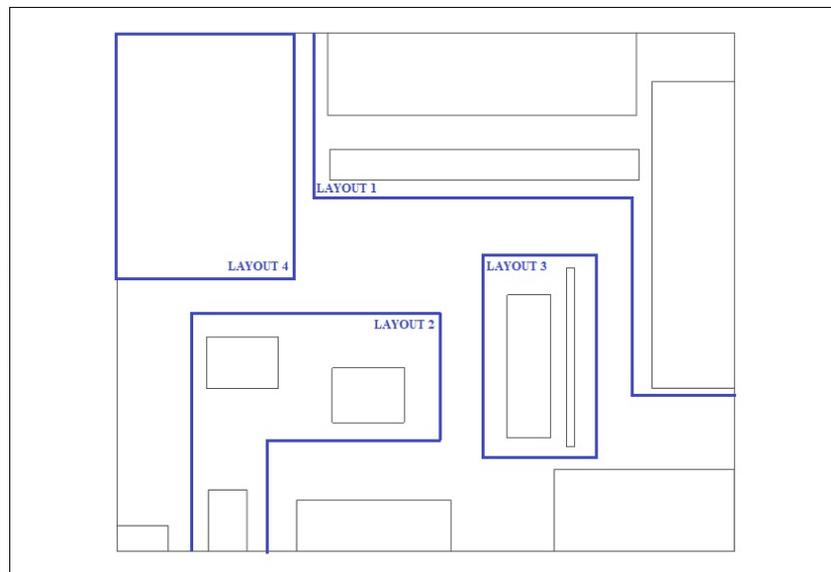


Figura 16 – Layout atual, dividido em zonas.

Fonte: autor.

Com base na divisão em zonas, foi feito o mapeamento de processos utilizando as zonas como raias do modelo, no software Bizagi, a fim de demonstrar e comparar o fluxo de processos da produção e o fluxo que é forçado pelo *layout* atual (Figura 17).

Portanto, constatou-se a divergência entre o fluxo de processo e o fluxo de atividades forçadas pelo *layout*, ou seja, o arranjo físico atual de máquinas e equipamentos não permitem

que o fluxo de produção seja contínuo e sequenciado, dificultado os processos de fabricação de estantes metálicas na empresa em estudo.

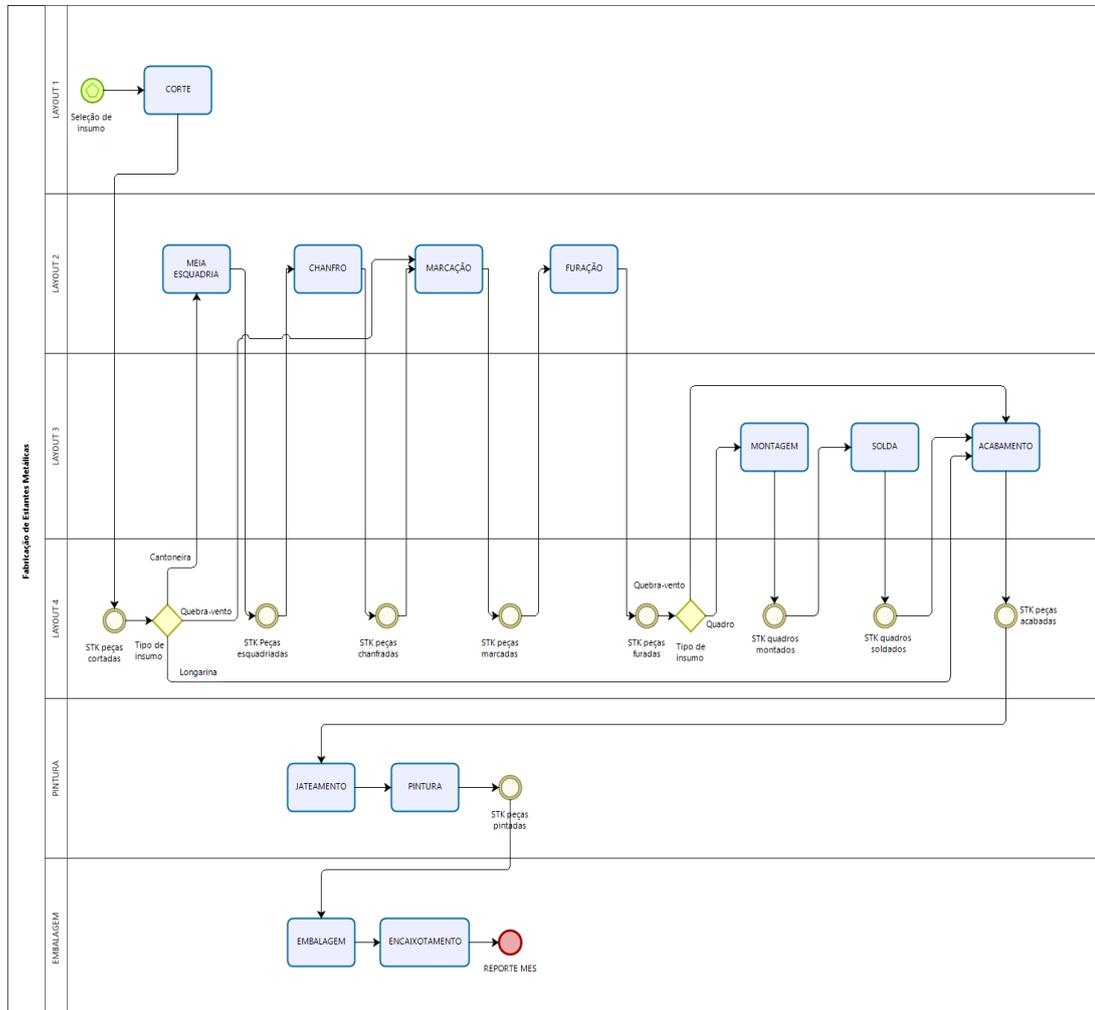


Figura 17 – Mapeamento de processos por layout.

Fonte: autor.

Com o propósito de buscar um direcionador para os problemas identificados no *Gemba* e no mapeamento do processo, foi feita uma análise das matrizes dos pilares do WCM da unidade fabril em questão.

Uma das matrizes do pilar de desdobramento de custos é a Matriz C, ela retrata as perdas causais por custos. Serve para evidenciar os custos provenientes das perdas dos vários processos.

A Matriz C produz um conjunto de dados que devem ser analisados pela estratificação em diferentes formas para fornecer informações relativas ao tipo e ao valor das perdas geradas, a localização das perdas, a relação entre custos de transformação e a estrutura de custos das perdas.

Observando a Matriz C da unidade (Figura 18), verifica-se que o terceiro maior custo por perda é por NVAA, que são perdas por atividade sem valor agregado, como a perda por movimentação analisada no *Gemba*. Assim sendo, a matriz C é um direcionador de que os problemas encontrados como o uso da ferramenta 5G são reais.

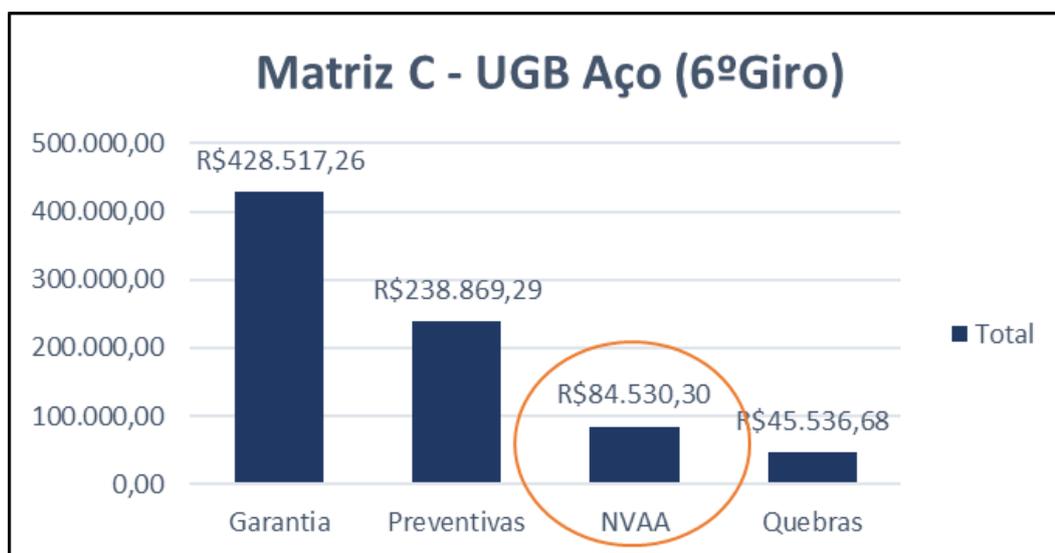


Figura 18 – Matriz C.

Fonte: material interno da organização.

Para comprovar, de forma gráfica, as informações observadas no 5G foi aplicada a ferramenta *Spaghetti diagram*, do português diagrama espaguete. Como o objetivo também de identificar e calcular as perdas por atividades sem valor agregado identificadas na Matriz C.

Antes de aplicar a ferramenta, foi feita uma análise para determinar a amostra a ser realizada. Baseado nos dados de produção, *lead time* de processo, variedade de modelos e levando em consideração o objetivo do uso da ferramenta, compreende-se que uma amostra de uma estante seria satisfatória.

Uma vez, que o processo de produção de estantes, independente do modelo ou da quantidade, percorre o mesmo caminho. E levando em consideração, que quanto mais linhas tiver o gráfico, mas complexa a compreensão do mesmo. Logo, uma amostra menor permitiria uma observação mais crítica e detalhada dos movimentos, que é objetivo principal da ferramenta.

O *Spaghetti diagram* foi executado através de observações, medições e filmagens das atividades de fabricação de uma estante, de modelo simples de três quadros e feito sobre a planta baixa da área de produção dos processos de corte, montagem, solda e acabamento atual e pode ser observado na Figura 19.

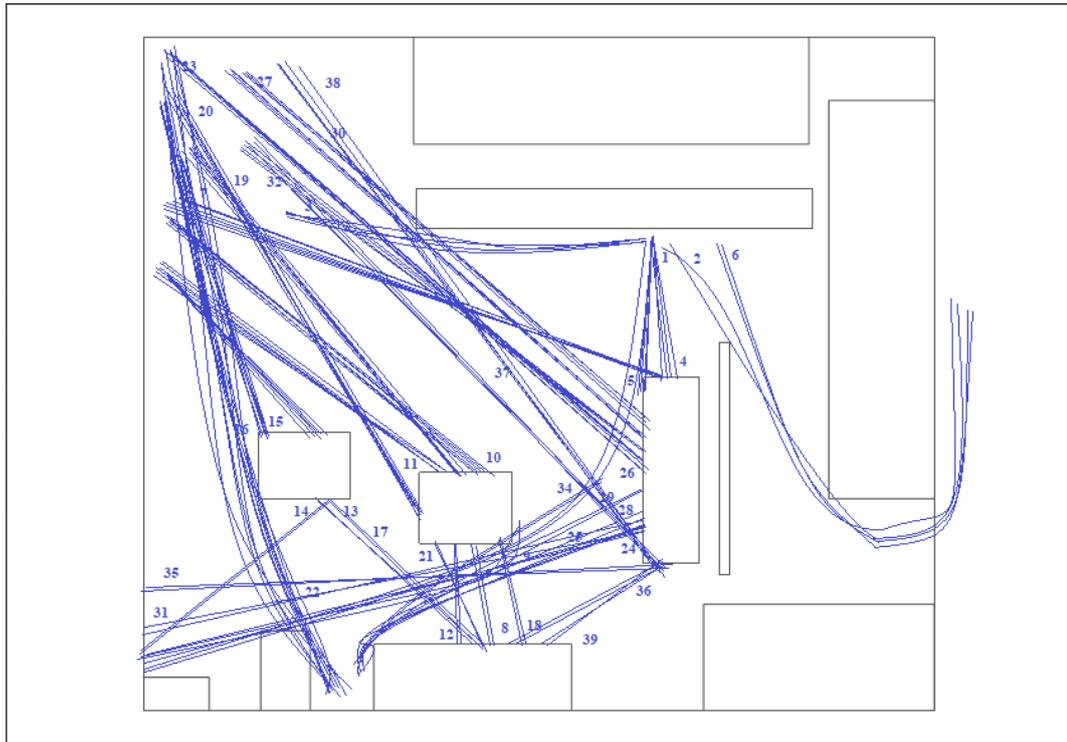


Figura 19 – Spaghetti diagram, antes da melhoria.

Fonte: autor.

Analisando o gráfico e os dados coletados durante a execução do *Spaghetti diagram*, foi possível identificar, classificar e cronometrar as atividades realizadas. Classificou-se as atividades em três tipos AV, atividades que agregam valor ao produto final, SVAA, atividades que não agregaram valor, mas são necessárias e NVAA, atividades que não agregam valor ao produto.

E concluiu-se que, para fabricar uma estante de três quadros, do processo de corte até o acabamento, 26% do tempo total de processo é devido as atividades sem valor agregado, como pode ser visto na Figura 20.

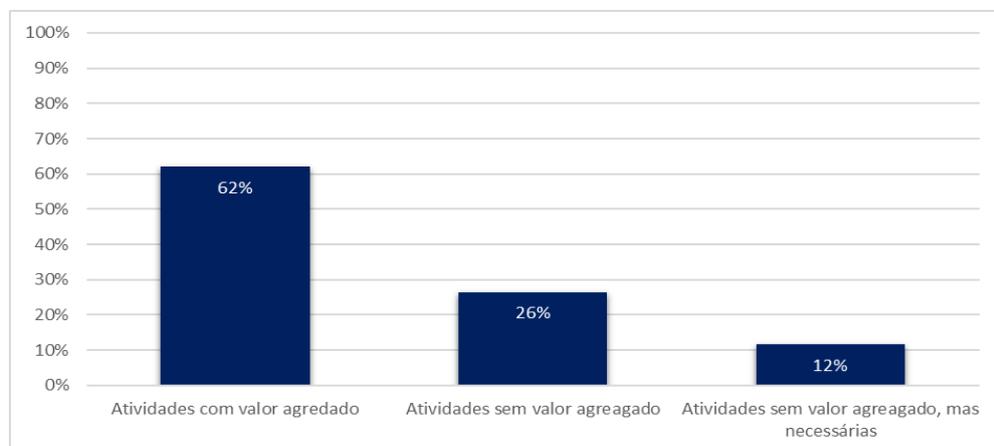


Figura 20 – Percentual de tempo por tipo de atividade.

Fonte: autor.

Onde, desses 26% de atividades sem valor agregado, 100% são atividades de movimentação, isto é, o operador está caminhando. Na Figura 21, são descritas as porcentagens e as atividades que fazem parte do NVAA dos processos em análise.

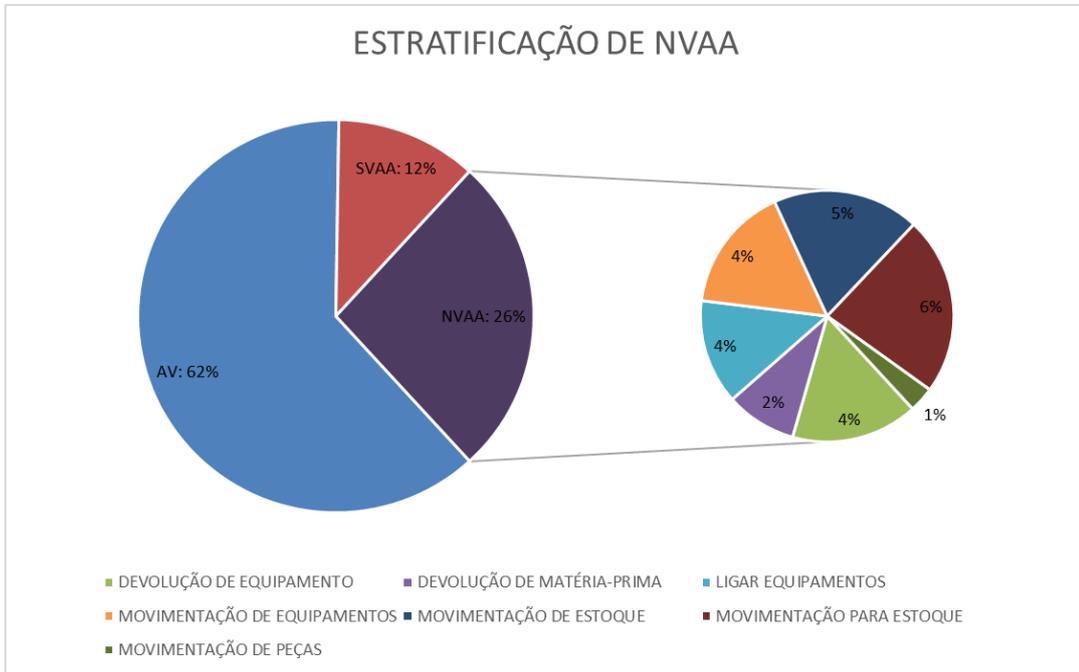


Figura 21 – Estratificação de NVAA.

Fonte: autor.

Analisando pelas distâncias percorridas pelo operador durante o processo de fabricação, conclui-se que 94% é por atividades sem valor agregado (Figura 22). Para produzir uma estante o operador chega a percorrer aproximadamente 750 metros.

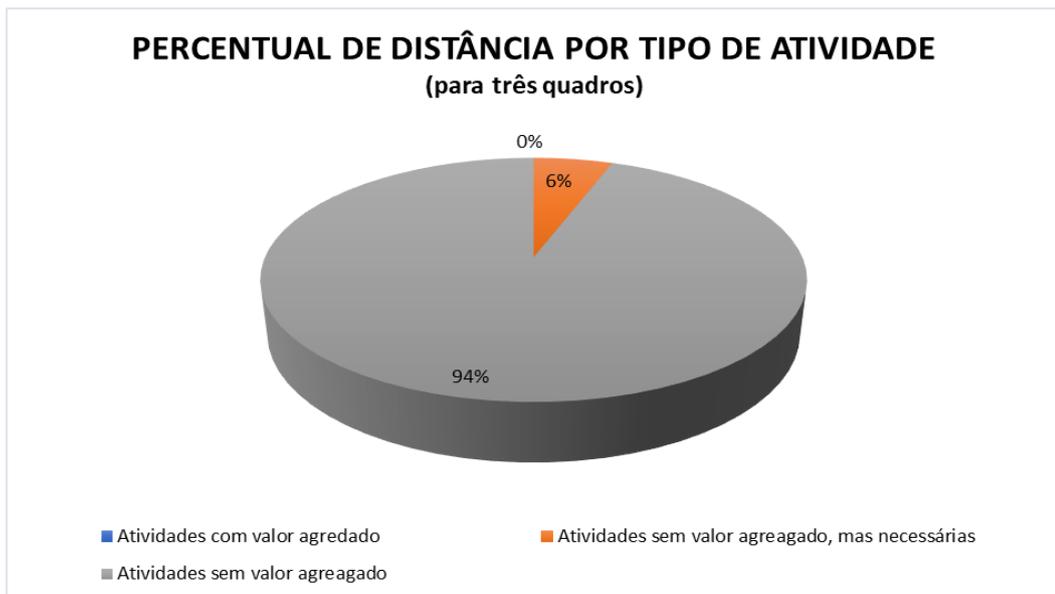


Figura 22 – Percentual de distância por tipo de atividade.

Fonte: autor.

4.3 STEP 3: Definição dos objetivos

Sabendo que o problema que despertou a busca por melhoria foi o não atendimento dos índices de produção, o objetivo principal do projeto foi o aumento de produtividade. Sendo assim, definiu-se a meta de aumento de 20% de produtividade na fabricação de estantes.

A meta definida foi baseada no percentual esperado de redução de NVAA. Espera-se, com a aplicação da melhoria, reduzir de 26% para 6% o percentual calculado, o que representaria uma redução de 20% do valor total de tempo de NVAA atual. Uma vez que dada a natureza e limitação do processo não é possível reduzi para zero o percentual de atividade sem valor agregado.

Moreira (2011) define que produtividade se refere ao maior ou menor aproveitamento dos recursos de produção num dado processo de produção, ou seja, diz respeito a quanto se pode produzir partindo de uma certa quantidade de recursos. É completa, que se mede a produtividade tanto para detectar problemas como para se verificar o acerto de decisões tomadas no passado sobre mudanças na organização (processo, arranjo físico, etc.).

Foram calculadas as produtividades passadas através de dados históricos dos últimos cinco meses de produção, da quantidade de dias e horas trabalhos em cada mês e da quantidade de mão-de-obra utilizada. Os dados obtidos foram utilizados na equação de produtividade.

$$\textit{Produtividade} = \frac{\textit{Quantidade produzida}}{\textit{Quantidade de recursos utilizados}}$$

Através da realização dos cálculos de produtividade dos meses anteriores foi obtida a média de produtividade atual e determinada a média esperada para o aumento de 20%, como pode ser visto na Figura 23.

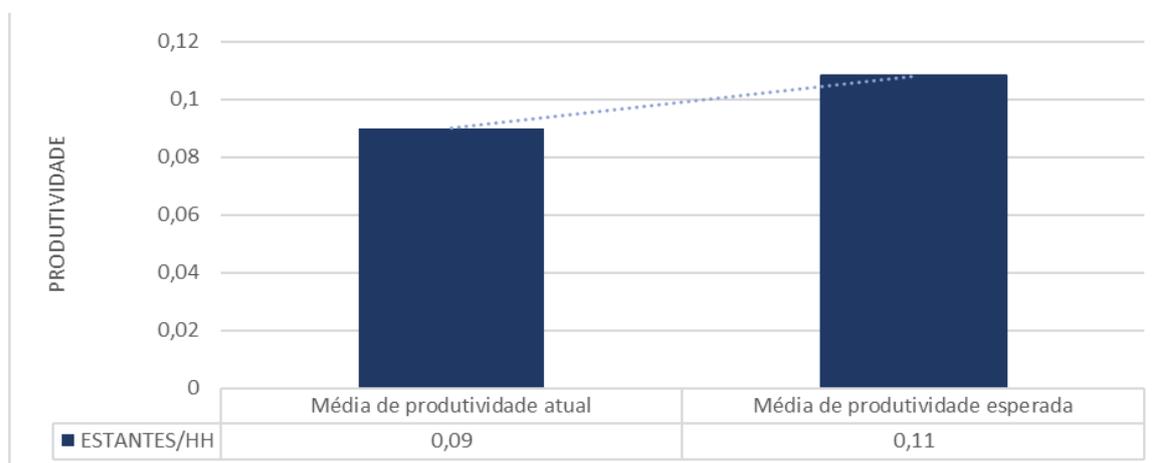


Figura 23 – Meta do projeto.

Fonte: autor.

4.4 STEP 4: Análise das causas

Após a realização da identificação do problema e das observações, foi realizado um *brainstorming* (Anexo B) com a equipe do projeto, para que fossem levantadas as possíveis causas do problema, para daí elencar as que se encaixam com as observações.

As causas críticas escolhidas foram: movimentação excessiva e falta de fluxo contínuo de produção, que são as causas encontradas no *Step 2*. Essas são causas primárias, mas não a causa raiz do problema, por isso foi utilizada a ferramenta dos 5 “porquês”.

Por meio de perguntas articuladas e objetivas é possível encontrar a causa raiz no terceiro ou no quinto “porquê”. Como a causa raiz estava muito clara para esse problema, na terceira e quarta pergunta já foi encontrada e foi a mesma para as duas causas: *layout* inadequado (Tabela 1).

Tabela 1 – 5 “porquês”

Desdobrar cada causa imediata (até causa raiz)		
PORQUÊS	CAUSA 01	CAUSA 02
1	MOVIMENTAÇÃO EXCESSIVA	FALTA DE FLUXO CONTÍNUO DE PRODUÇÃO
2	DEVIDO A NECESSIDADE DE MOVIMENTAÇÃO PARA ARMAZENAR E PEGAR OS MATERIAS ENTRE PROCESSO	DEVIDO A DISPOSIÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTO E ESTOQUES
3	DEVIDO A DISPOSIÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTO E ESTOQUES	LAYOUT INADEQUADO
4	LAYOUT INADEQUADO	
5		

Fonte: autor.

4.5 STEP 5: Plano de ações

Nessa etapa, após as causas serem definidas, são determinadas as ações necessárias para atacar as causas e resolver o problema. E todas as ações determinadas são colocadas num plano de ação.

No plano de ação é descrito o que será feito, o responsável pela ação, onde será realizada, como e quanto custou. E por fim é estabelecido um cronograma para planejamento e controle das ações.

Uma vez que, as perdas identificadas e a causa raiz do problema estavam relacionadas ao *layout* atual, a medida essencial a ser tomada foi a modificação do mesmo. Para tal fim, foram analisadas e determinadas algumas ações fundamentais.

As principais ações estabelecidas foram: definição do novo *layout*, fabricação e restauração de equipamentos/materiais para fabricação de estantes, limpeza e pintura da área, marcação e disposição das máquinas e equipamentos do novo *layout*, padronização e treinamentos.

Após as ações serem determinadas foram analisadas e houve o a etapa de planejamento, ou seja, levou-se aproximadamente um mês para que fosse realizado os estudos necessários e se traçasse a melhor estratégia para atender os objetivos proposto no tempo disponível.

As atividades foram planejadas para serem executas entre a segunda e quarta semana de novembro. Plano e o cronograma de ações do projeto podem ser observados no Anexo C.

4.6 STEP 6: Resultados

4.6.1 Definição do *layout*

Com base nos dados e análises realizadas nas etapas anterior, a primeira ação realizada foi a escolha e determinação do novo *layout*. Para definir qual o melhor *layout* devia ser empregado na linha em questão, foi preciso analisar o processo, a área e estabelecer seus objetivos.

Ao analisar o processo de fabricação de estantes, é clara a percepção de que uma atividade depende da outra, ou melhor, o *output* de uma atividade é o *input* da outra. Sendo assim, para que o processo tenha um fluxo contínuo, o arranjo físico tem que seguir a mesma sequência do processo de produção.

Um arranjo físico que acompanha o fluxo de produção permite uma melhor compreensão da sequência de atividades, redução de estoques, movimentações e *lead time* de processo.

Outro ponto, são os objetivos que o novo *layout* devia atender, que seria: atacar as perdas identificadas de movimentação, permitir uma melhor compreensão do fluxo de produção e reduzir os tempos de processo.

Compreende-se então que o *layout* ideal seria um *layout* tipo “U”, pois esse modelo de arranjo permite um fluxo linear de produção e explora o espaço físico da linha, visando minimizar distâncias e, conseqüentemente, o tempo de transporte de materiais e movimentação dos operadores.

Escolhido o novo modelo do *layout*, foi necessário realizar uma última análise, o espaço físico disponível para aplicação do mesmo. Primeiramente, foi vista a possibilidade de

ampliação da área atual, mas a mesma foi descartada, devido à restrição de espaço total da UGB.

Sendo assim, foram realizadas as medições das áreas disponíveis, das máquinas, equipamentos e materiais. Com estes dados foram realizadas simulações de planta baixa em softwares específicos, concluindo-se que, com algumas organizações e limpezas, a área atual permitiria a disposição do arranjo físico em “U”.

Com a definição do *layout*, foram então aplicados os primeiros 3Ss (*seiri*, *seiton* e *seiso*), da ferramenta 5S, para estabelecer o que seria útil manter, o que deveria ser descartado, o que seria realocado e principalmente para realizar uma reorganização e limpeza da área atual. Os demais outros 2S foram praticados após a estabilização da área, por meio de documentos de padronização e manual de rotinas.

Aplicando o *seiri*, verificou-se que alguns materiais em área não eram mais necessários, e estes foram descartados. Observou-se também, que outros precisariam ser substituídos, foi o caso das mesas para realização dos processos de meia esquadria e chanfro (Figura 24).



Figura 24 – Meia esquadria e chanfro.

Fonte: autor

No *seiton*, observou-se que para uma melhor organização do arranjo, os estoques de insumos precisariam ser retirados da área de produção, uma vez que são itens utilizados apenas na primeira etapa da produção, ou seja, de baixa utilização. Então, foram realocados para uma área na frente da linha (Figura 25).

Aplicando o *seiso*, foi realizada uma limpeza profunda da área. Foram retirados todos os materiais, equipamentos e máquinas e realizou-se a pintura do piso e demarcação do *layout* de

área. Foi realizada também a limpeza, restauração e pintura dos itens que foram mantidos no *seiri*.



Figura 25 – Novo estoque de matérias-primas.

Fonte: autor

Complementando as ações realizadas pela aplicação do 5S, com o objetivo de atacar alguns problemas observados no decorrer do projeto, como movimentação para pegar equipamentos e falta de fluxo contínuo de produção. Foram fabricadas pelos operadores três mesas para realização das etapas de meia esquadria, chanfro e solda/acabamento (Figura 26), utilizando em sua maioria peças de refugo.



Figura 26 – Novo modelo da mesa de meia esquadria, chanfro e solda/acabamento.

Fonte: autor

Um detalhe importante das mesas para o chanfro e a meia esquadria foi a inclusão de armários na parte inferior, com a finalidade de que o operador ao realizar as atividades não precise caminhar para pegar os equipamentos ou materiais. E a mesa de solda/acabamento foi

fabricada, pois os processos de montagem, solda e acabamento era realizados todos em um mesmo posto de trabalho.

Outro item fabricado com o objetivo de reduzir perdas, foram os três carrinhos (Figura 27) para armazenagem e movimentação de materiais entre processos. Mesmo com a produção configurada em linha contínua, pela natureza do produto e do processo será natural a geração de estoques entre processo, sendo assim, os carrinhos permitirão que esses estoques tenha uma armazenagem organizada, segura, de transporte prático e ágil.

Um benefício importante da inclusão dos carrinhos, foi a eliminação de atividades com riscos ergonômicos, como se abaixar, levantar e carregar pesos, fadiga devido a caminhar longa distâncias, entre outras.



Figura 27 – Carrinho para armazenagem e transporte de materiais em processo.

Fonte: autor

Uma ação agregada ao projeto pelos operadores, se deu através do desenvolvimento de uma cortina para proteção da área lateral da linha (Figura 28). Uma vez que os processos da área liberam limalhas de aço a altas temperaturas e que na lateral da linha existe uma faixa de pedestres, os operadores interrompiam suas atividades quando alguém estava transitando na faixa.



Figura 28 – Proteção em L para garantir a segurança da área.

Fonte: autor

Para finalizar as ações de alteração do *layout*, todas as máquinas, postos de trabalho e materiais foram dispostas na área de acordo com o modelo em “U” e plantas definidas pelas análises. Feitos os ajustes em área, com o arranjo físico posicionado, foram feitas as demarcações de *layout* de todos os itens e postos de trabalho (Figura 29).



Figura 29 – Novo arranjo físico de área.

Fonte: autor

Na Figura 30, é apresentada a nova planta baixa da área de produção de estantes, onde: A – máquina de corte; B – meia esquadria; C – chanfro; D – marcação; E – furadeira industrial; F – montagem/acabamento; G – solda/acabamento; H – estoque de longarina; I – estoque de cantoneira; J – caçamba de refugo; L – hidrantes; M – armário.

4.6.2 Verificação de resultados

Com o a intenção de verificar os resultados obtidos através das ações, aplicou-se novamente a ferramenta *Spaghetti diagram*, assim obtendo uma representação gráfica das movimentações realizadas no novo modelo de arranjo físico. Através do novo *spaghetti* forma obtidos também os novos valores de atividades sem valor agregado.

A ferramenta foi aplicada para a mesma amostra realizada para identificação das perdas. Foram analisados os tempos, movimentações e distâncias percorridas para o mesmo modelo de estante de três quadros e nas mesmas condições do teste anterior.

Analisando o *spaghetti* do novo modelo, representado na Figura 32, é facilmente perceptível a redução de quantidade de linhas. No *layout* anterior o operador realizava uma quantidade de 136 movimentos e após a melhoria passou a realizar apenas 29 movimentos, ou seja, uma redução de aproximadamente 79%.

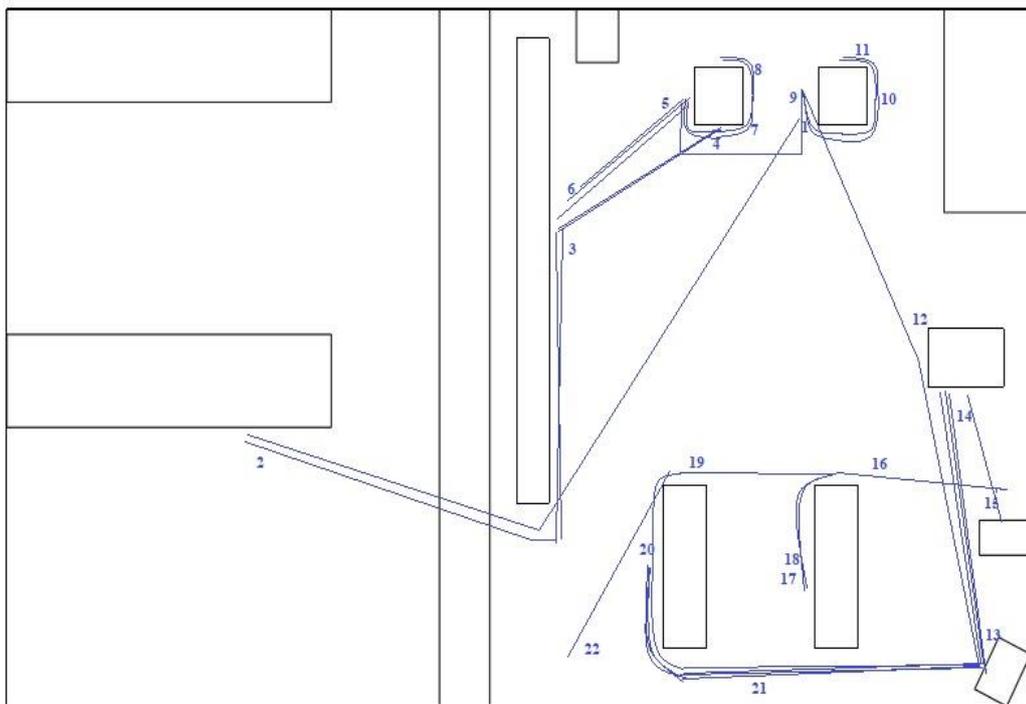


Figura 32 – Spaghetti diagram após a melhoria.

Fonte: autor

É nítido também a melhoria do fluxo de produção, onde o mesmo apresenta agora um fluxo contínuo e que obedece a sequência de fluxo de processo. Tendo seus pontos de início e fim bem determinados e seus processos intermediários alinhados com estes pontos.

Através da melhoria de *layout* realizada, foi possível obter uma redução de 38% no tempo total de processo e uma redução de 81% na distância total percorrida pelo operador. Após a melhoria o operador passou a percorrer aproximadamente 105 metros.

Mesmo com os grandes resultados obtidos em relação ao total de movimentação e de tempo de processo, não foi possível eliminar completamente os valores de NVAA, mas foi possível alcançar uma redução de 83% em relação aos valores antes da melhoria. Sendo assim, o NVAA passou de 26% para 7%, como pode ser observado na Figura 33.

É possível observar na Figura 34 o gráfico de estratificação de perdas por atividades sem valor agregado, onde 100% das perdas ainda são por tarefas de movimentação. Porém, houve uma redução na quantidade de tarefas e principalmente na distância percorrida para realização das mesmas, como foi informado anteriormente.

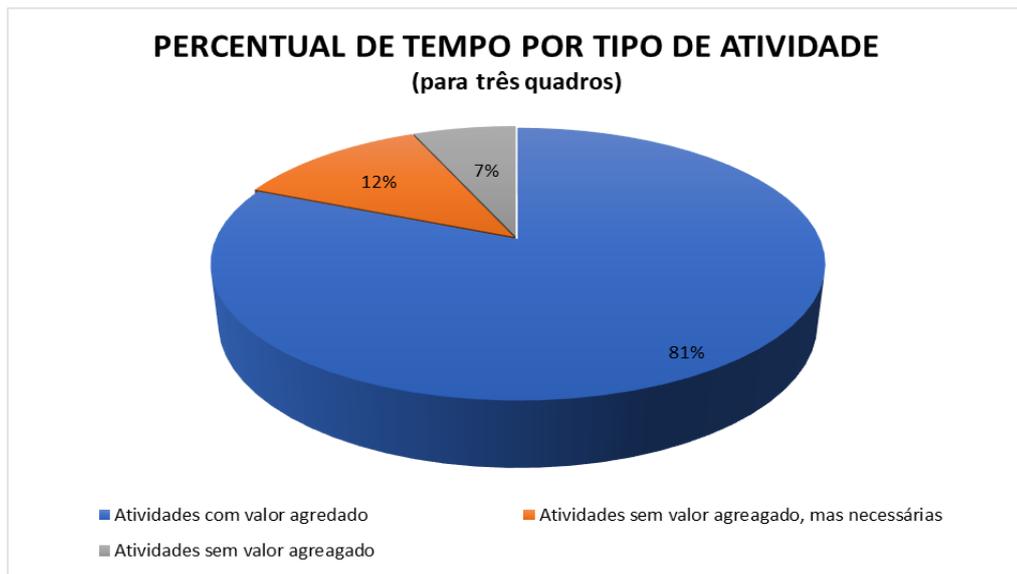


Figura 33 – Percentual de tempo por tipo de atividade após a melhoria.

Fonte: autor

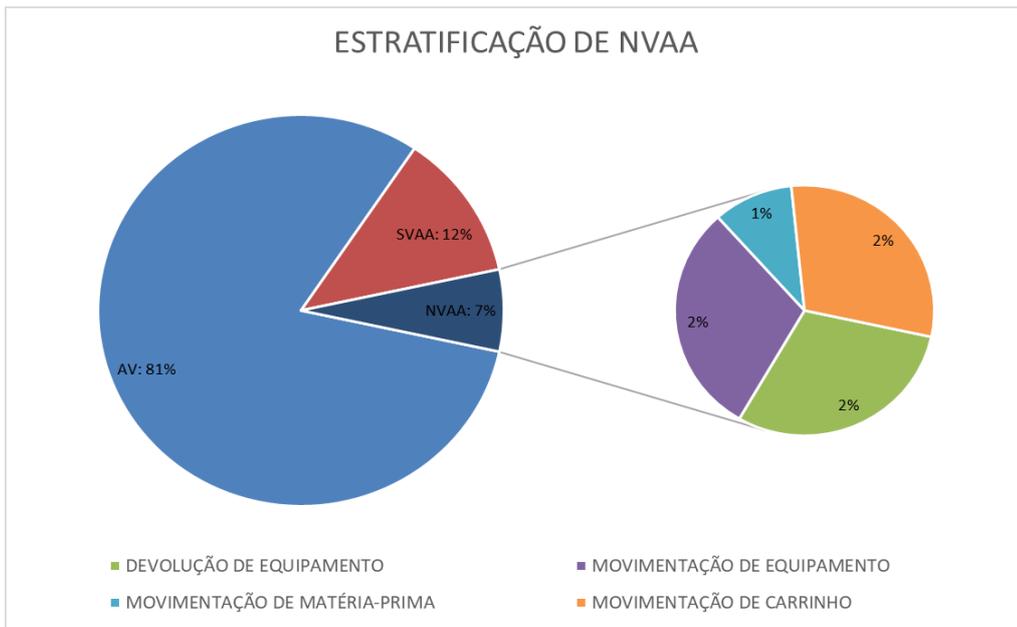


Figura 34 – Estratificação de NVAA após a melhoria

Fonte: autor

4.6.3 Meta

Após a execução das ações e comprovação dos resultados, analisou-se os ganhos de produtividade. Nesta etapa, verificou-se que o projeto não só atendeu a meta estabelecida como a ultrapassou.

A meta definida para o projeto em estudo foi o aumento de 20% de produtividade na fabricação de estantes. Através dos ganhos de redução de NVAA e de tempo total de processo foi possível aumentar a produtividade da linha em 38%, ou seja, houve um ganho 18% acima do esperado.

A nova produtividade de fabricação de estantes é 0,12 estantes por hora trabalhada (Figura 35), o que em termos de capacidade significa um aumento de 20 estantes produzidas a mais por mês. Conseqüentemente, a capacidade de estantes para um gantt passou de 12 para 17 estantes e o *lead time* da produção, para um gantt, passou de 15 para 12 dias.

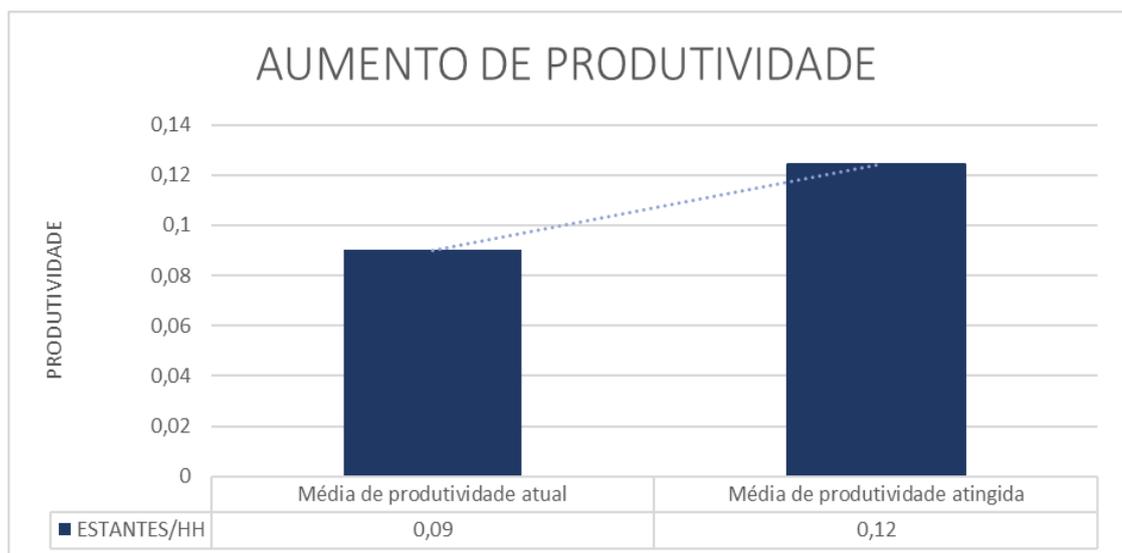


Figura 35 – Resultados de produtividade após a melhoria.

Fonte: autor

4.6.4 Ganhos financeiros

O *saving* do projeto, alcançados através do aumento da produtividade foi de aproximadamente R\$37.000,00 anual. Significar dizer, que foram reduzidos aproximadamente R\$37.000,00 dos custos de produção da organização com a eliminação dos desperdícios de NVAA.

Outro indicador financeiro do projeto *kaizen* é o B/C, que é a taxa encontrada por meio da divisão dos benefícios pelos custos, se o resultado for maior que 1 significa que o projeto foi bem-sucedido pois teve um ganho maior que o investimento.

Os custos totais do projeto, com mão-de-obra utilizada e matérias foi de aproximadamente R\$3.000,00. Dividindo os ganhos por esse valor é possível obter um taxa custo-benefício de aproximadamente 12,3, caracterizando o projeto com bem-sucedido para organização.

4.7 STEP 7: Consolidações/Padronização

A última etapa do projeto *kaizen* diz respeito a consolidação e padronização da melhoria realizada. Estas são feitas a partir do desenvolvimento de documentos, que são aprovados e cadastrados pelo setor de Controle da Qualidade e é mantida na área de sua realização.

Para documentação do novo *layout* foi desenvolvido o padrão visual da área (Anexo D), este contém instruções para manter o arranjo físico sempre organizado e obedecendo os padrões estabelecidos, por meio de práticas de 5S e gestão visual.

Outro documento criado foi a oficialização do modelo de processos (Anexo E), para que o mesmo esteja sempre à disposição dos operadores e quando uma pessoa foi inserida no setor possa ser facilmente treinada sobre o fluxo de processos.

Faz parte desta etapa também treinar todos os envolvidos, para que as padronizações sejam obedecidas e mantidas durante a execução da rotina de trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Num cenário económico cada dia mais globalizado, as empresas tem buscado metodologias de gestão que as torne lucrativas e competitivas mundialmente. Foi assim que surgiu o WCM, que busca através da redução de desperdícios atingir valores de excelência operacional.

Neste âmbito, o presente trabalho desenvolveu um projeto *kaizen* estruturado na metodologia *World Class Manufacturing* (WCM), utilizando ferramentas e conceito *lean*, com o objetivo de aumentar a produtividade do setor de produção de estantes para baterias estacionários, em uma empresa do segmento de acumuladores elétricos.

A determinação deste objetivo e da área de atuação, deu-se através da necessidade de intervenção no setor, por apresentar resultados de índice de atendimento abaixo das metas estabelecidas pela organização.

O projeto *kaizen* se dividiu em sete *steps*, do português passos, etapas, baseado no ciclo PDCA. Foram eles: *Step 1* – Descrição do problema/fenômeno; *Step 2* – Observação; *Step 3* – Definição dos objetivos; *Step 4* – Análise das causas; *Step 5* – Plano de ação; *Step 6* – Resultados; *Step 7* – Consolidação/Padronização.

Cada etapa incluiu o uso de ferramentas e metodologias, que permitiram ao trabalho seguir uma ordem e estrutura bem definida e eficiente. As etapas incluem a descrição do problema, as observações do problema ou fenômeno em área, a definição de objetos baseada no tipo de problema e observações, as análises das causas e determinação de um plano de ação para atacar as causas.

Através da etapa de observações, com o uso das ferramentas 5G e *Spaghetti diagram*, identificou-se e comprovou desperdícios por excesso de atividades sem valor agregado, principalmente de movimentação. Enquanto, que na etapa de análise de causas, por meio da ferramenta 5 “porquês” determinou-se que a causa raiz do problema foi o *layout* inadequado.

Definiu-se então um plano de ações para atacar a causa raiz, ou seja, alterou-se o *layout* da área. Definiu-se que o melhor *layout* seria o de tipo “U” e realizando ações de 5S verificou-se a sua aplicabilidade na área em estudo.

O *kaizen* não só atingiu suas metas como as ultrapassou, obteve um ganho de 38% de produtividade e uma redução de 79% na quantidade de movimentos. O ganho financeiro foi de aproximadamente R\$37.000,00 anual, para um custo de aproximadamente R\$3.000,00, o que mostra que a melhoria foi bem-sucedida para organização.

Porém, os resultados da aplicação da melhoria foram ainda maiores se analisarmos os ganhos de qualidade, conforto e segurança do operador para realizar as atividades. A redução de NVAA reduziu os níveis de fadiga e risco ergonômicos, o operador que antes precisava percorrer aproximadamente 750 metros para produzir uma estante agora percorre 105 metros.

Como uma proposta para ampliar os benefícios do projeto observou-se a possibilidade de outras melhorias para projetos futuros, como aquisição de máquinas para tornar o processo mais automatizado, aplicação de um sistema *kanban* e ampliação dos estudos de NVAA para as demais atividades do processo.

REFERÊNCIAS

ALEGRA, Helena; HIRNER, Wolfram; BAPTISTA, Jamie M.; PARENA, Renato. **Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água**. Portugal: Instituto Regulador de Águas e resíduos e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004.

ALMEIDA, Jovana Rodrigues de. **Metodologia Lean Seis Sigma para o aumento de produtividade**: estudo de caso em uma empresa do setor hidráulico. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

ANDRADE, F.F.D. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica - EP: São Paulo, 2003.

ARSOVSKI, S.; DJOKIC, I.; DJOKIC, S. P. Quality in World Class Manufacturing. **International Journal for Quality research**, Kragujevac, Short Scientific Paper (1.03), Vol.5, No.4, 2011.

CANELLO, F. da Costa. BPMN: Identificando vantagens e desvantagens do uso desta ferramenta para modelagem de processos. **REN – Revista Escola de Negócios**, v. 3, n. 2, jul/dez, 2015.

CAVALCANTI, Rubens. **Modelagem de Processos de Negócios**: roteiro para realização de projetos de modelagem de processos de negócios. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

CÉSAR, F. I Giocondo. **Ferramentas Básicas da Qualidade**, instrumentos para gerenciamento de processos de melhoria contínua. São Paulo: biblioteca24horas, 2011. 132 p.

CORTEZ, P. R. L.; BACHOUR, M. C.; PEREIRA, M. C.; DIAS, A. V. C.; BAGNO, R. B. **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.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**. Tradução: Rosalina Angelita Neumann Garcia. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 190 p. Título original: Lean Production Simplified. ISBN 978-1-56327-356-8.

DORAN, George T. There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives. **Management Review**, Estados Unidos da América, volume 70, novembro de 1981, p. 35–36.

FELD, William M. **Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them**. Estados Unidos da América: CRC Press, 2000. 248 p.

FELICE, Fabio; PETRILLO, Antonella; MONFREDA, Stanislao. Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. **Operations Management**, Massimiliano M. Schiraldi, Intech, 2013. DOI: 10.5772/54450. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/operations-management/improving-operations-performance-with-world-class-manufacturing-technique-a-case-in-automotive-indus>. Acessado em: 04 de novembro de 2019.

FLYNN, Barbara B.; SCHROEDER, Roger G.; FLYNN, E. James. World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. **Journal of Operations Management**, Estados Unidos da América, p. 249-269, 1999.

FUSCO, J.P.; SACOMANO, J.B.; BARBOSA, F.A.; AZZOLIN, W. **Administração de operações: da formulação estratégica ao controle operacional**. São Paulo: Arte & Ciência, 2003. 296 p.

KAVISKI, Caio A; TABALDI, Eduardo C. Planejamento **de um evento Kaizen aplicado no sistema de veículos guiado automaticamente (AGV) em uma linha de montagem de automóveis**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2016. 320 p.

LINS, Bernardo F. E. Ferramentas básicas da qualidade. **Ciência da informação**, v. 22, n. 2, 1993.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MIKA, Geoffrey L. **Kaizen Event Implementation Manual**. 5. ed. Estados Unidos da América: Society of Manufacturing Engineers, 2006. 228 p.

MILTENBURG, J. U-shaped production lines: A review of theory and practice. **Internacional Journal of Production Economics**, vol. 70, p. 201- 214, 2001.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NAKASATO, Daniel Yudi. **Descrição e Análise de um Evento Kaizen em uma Indústria de Refrigerantes**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2013.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Tradução: Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997. p. 149. Título original: Toyota production system: beyond large-scale production.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e implementação de eventos Kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PALUCHA, K. World Class Manufacturing model in production management. **Archives of Materials Science and Engineering**, Estados Unidos, vol. 58, issue 2, p. 227-234, dezembro de 2012.

PAOLESCHI, Bruno. **Logística industrial integrada: do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação do cliente**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2009. 264 p.

Qual o uso de uma bateria Estacionária. **Moura**, 2017. Disponível em: <<https://www.moura.com.br/blog/qual-o-uso-de-uma-bateria-estacionaria/>>. Acesso: 22 de out. de 2019.

QUEIROZ, Matheus D. de. **Estudo de caso da implantação do pilar de controle de qualidade da metodologia WCM**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3**: um componente crítico do PDCA da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine desperdícios e crie riqueza. Tradução: Ana Beatriz Rodrigues, Priscilla Martins Celeste. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p. Título original: Lean Thinking. ISBN 85-352-1270-1.

ANEXO A – FORMULÁRIO A3

<input type="checkbox"/> KAIZEN <input type="checkbox"/> STANDARD KAIZEN <input type="checkbox"/> MAJOR KAIZEN <input type="checkbox"/> ADVANCED KAIZEN																																																																																																																	
TEMA: _____ SETOR/UGB: _____ CÓD. MATRIZ E: _____		<input type="checkbox"/> SEGURANÇA (SAF) <input type="checkbox"/> DESENV. PESSOAS (PD) <input type="checkbox"/> SUSTENTABILIDADE/ENERGIA (ENV) <input type="checkbox"/> CONT. DE QUALIDADE (QC) <input type="checkbox"/> CUSTOS (CD) <input type="checkbox"/> MAN. PROFISSIONAL (PM) <input type="checkbox"/> MELHORIA FOCADA (FI) <input type="checkbox"/> MAN. AUTÔNOMA (AM)																																																																																																															
DEFINIÇÃO DO TIME: LÍDER: _____ MAT: _____ 1- _____ MAT: _____ 2- _____ MAT: _____ 3- _____ MAT: _____ 4- _____ MAT: _____ 5- _____ MAT: _____ 6- _____ MAT: _____ 7- _____ MAT: _____		CRONOGRAMA: P (Planejado) E (Executado) <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>P</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		P	B	C	A																																																																																																										
P	B	C	A																																																																																																														
DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS (meta global/metasspecíficas; extensão da melhoria; gráfico de meta)		_____ _____ _____																																																																																																															
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA/FENÔMENO (Descrição; ilustração; gráfico de Pareto)		ANÁLISE DAS CAUSAS (5M; 5 Porquês)																																																																																																															
OBSERVAÇÃO (5C e 5W1H)																																																																																																																	
GEMBA (Vá até o local) Onde? (Where) Qual a máquina ou processo? Qual a etapa do processo que o problema aconteceu?		Ilustração do Problema _____ _____																																																																																																															
GEMUTSU (Examine o objeto) O que? (What) Quando? (When) Qual o problema? O problema já ocorreu outras vezes? Acontece sempre ou é pontual?		Ilustração do Fenômeno _____ _____																																																																																																															
GENJITSU (Verifique os dados) Que tendência? (Which) Percentualmente, quais as anomalias ou modos de falha que mais acarretam o problema? Existe alguma tendência de início ou fim de turno?		Desdobrar cada causa imediata (até causa raíz) <table border="1" style="width:100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Porquê?</th> <th>CAUSA 01</th> <th>CAUSA 02</th> <th>CAUSA 03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th>Porquê?</th> <th>CAUSA 04</th> <th>CAUSA 05</th> <th>CAUSA 06</th> </tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th>Porquê?</th> <th>CAUSA 07</th> <th>CAUSA 08</th> <th>CAUSA 09</th> </tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Porquê?	CAUSA 01	CAUSA 02	CAUSA 03	1				2				3				4				5				Porquê?	CAUSA 04	CAUSA 05	CAUSA 06	1				2				3				4				5				Porquê?	CAUSA 07	CAUSA 08	CAUSA 09	1				2				3				4				5																																									
Porquê?	CAUSA 01	CAUSA 02	CAUSA 03																																																																																																														
1																																																																																																																	
2																																																																																																																	
3																																																																																																																	
4																																																																																																																	
5																																																																																																																	
Porquê?	CAUSA 04	CAUSA 05	CAUSA 06																																																																																																														
1																																																																																																																	
2																																																																																																																	
3																																																																																																																	
4																																																																																																																	
5																																																																																																																	
Porquê?	CAUSA 07	CAUSA 08	CAUSA 09																																																																																																														
1																																																																																																																	
2																																																																																																																	
3																																																																																																																	
4																																																																																																																	
5																																																																																																																	
GENRI (Compare a teoria) Como? (How) Como o fenômeno ocorreu? O problema acontece com todos os operadores?		Benefício Inicial B/C Inicial Pilar de Custo																																																																																																															
GENSOKU (Cheque os padrões) Quem? (Who) Todos os operadores foram treinados e tem habilidade? Todos os POP's e Fichas Técnicas para a operação? O POP está sendo seguido? Os procedimentos estão atualizados? O material processado está dentro das especificações? Todos os componentes da máquina operam sob as condições básicas?		LÍDER DO PROJETO PILAR DE FI GESTOR IMEDIATO CUSTO INICIAL																																																																																																															
PLANO DE AÇÃO		Benefício Final B/C Final Pilar de Custo																																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ordem</th> <th rowspan="2">Causa</th> <th rowspan="2">Ação (O que?)</th> <th rowspan="2">Responsável (Quem?)</th> <th rowspan="2">Onde?</th> <th rowspan="2">Como?</th> <th rowspan="2">Quanto?</th> <th colspan="4">Quando? Mês/Semana</th> </tr> <tr> <th>Set</th> <th>Out</th> <th>Nov</th> <th>Dez</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Ordem	Causa	Ação (O que?)	Responsável (Quem?)	Onde?	Como?	Quanto?	Quando? Mês/Semana				Set	Out	Nov	Dez	1											2											3											4											5											6											7											8											EVIDÊNCIAS DAS AÇÕES (Fotos/ Ilustrações das ações implantadas)									
Ordem								Causa	Ação (O que?)	Responsável (Quem?)	Onde?	Como?	Quanto?	Quando? Mês/Semana																																																																																																			
	Set	Out	Nov	Dez																																																																																																													
1																																																																																																																	
2																																																																																																																	
3																																																																																																																	
4																																																																																																																	
5																																																																																																																	
6																																																																																																																	
7																																																																																																																	
8																																																																																																																	
RESULTADOS (Compare com os mesmos indicadores da definição dos objetivos da 3ª etapa)																																																																																																																	
CONSOLIDAÇÃO/PADRONIZAÇÃO (documentos modificados; LPPs cadastradas e treinadas)																																																																																																																	
CEM PRINCÍPIO 9 - "SOMOS FOCADOS EM RESULTADOS"		PILAR FI		BENEFÍCIO FINAL		B/C FINAL		B/C FINAL		PILAR DE CUSTO																																																																																																							
										<input type="checkbox"/> GANHO REAL <input type="checkbox"/> GANHO VIRTUAL																																																																																																							

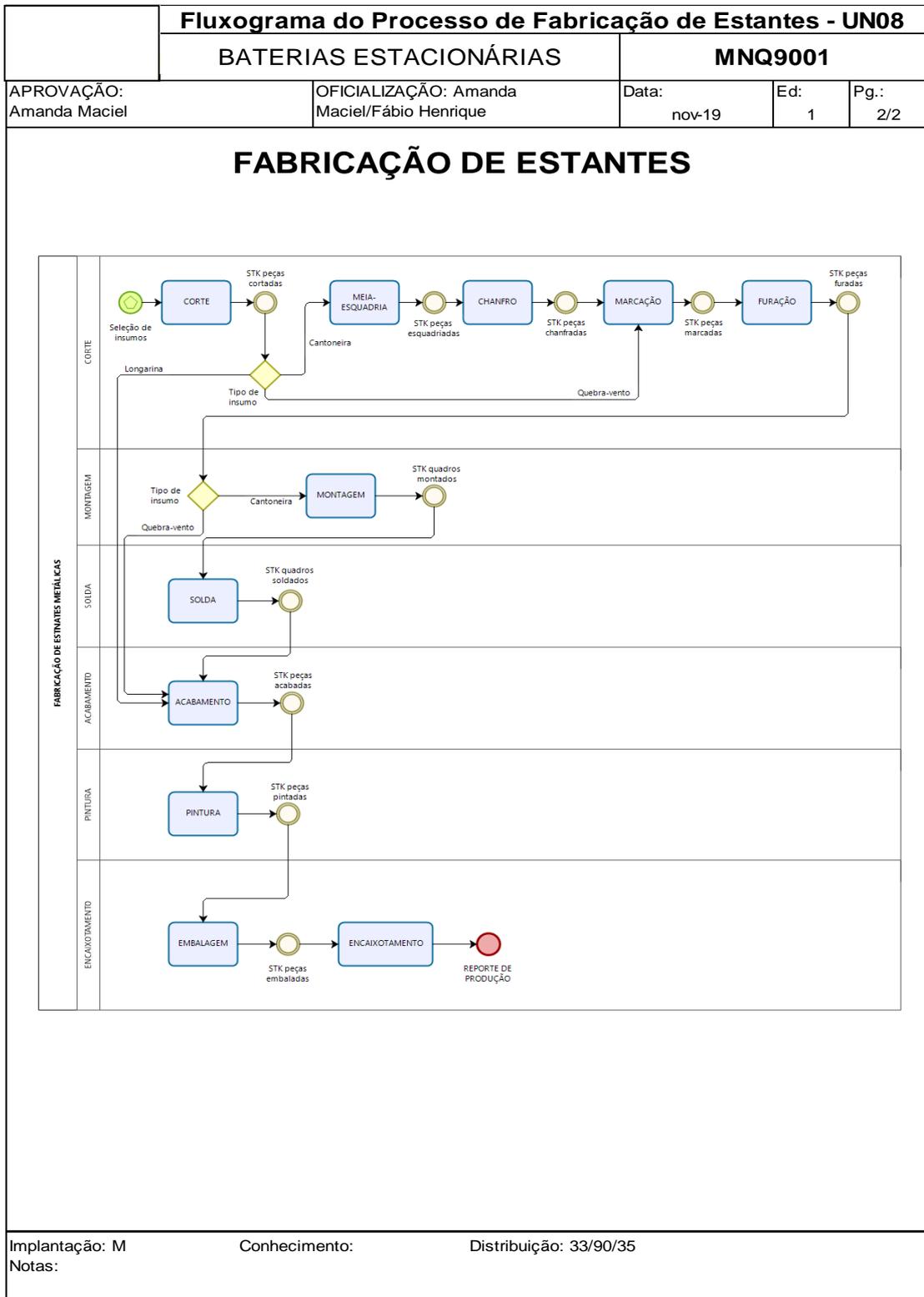
ANEXO B - BRAINSTORMING

Acumuladores Moura Pilar de FI - Brainstorming

Data de elaboração:

Nº	Causas que influenciam no problema	Confirmado?		Tratamento		
		Sim	Não	Restauração das CB's	Quick Kaizen	Causa e efeito
1	problemas na programação de produção	X			X	
2	movimentação excessiva	X				X
3	excesso ou falta de matéria-prima	X				
4	falta de fluxo contínuo de processo	X				X
5	demanda irregular	X				
6	falta de automatização	X				
7	falha no acompanhamento e controle de produção	X			X	
8						
Contagem		%				
16	Causas levantadas	100,00%				
9	Agrupadas	56,25%				
0	Não Confirmadas	0,00%				
7	Confirmadas, das quais:	43,75%				
2	Restauração das CB's	28,57%				
2	Quick Kaizen	28,57%				
2	Causa e Efeito	100,00%				

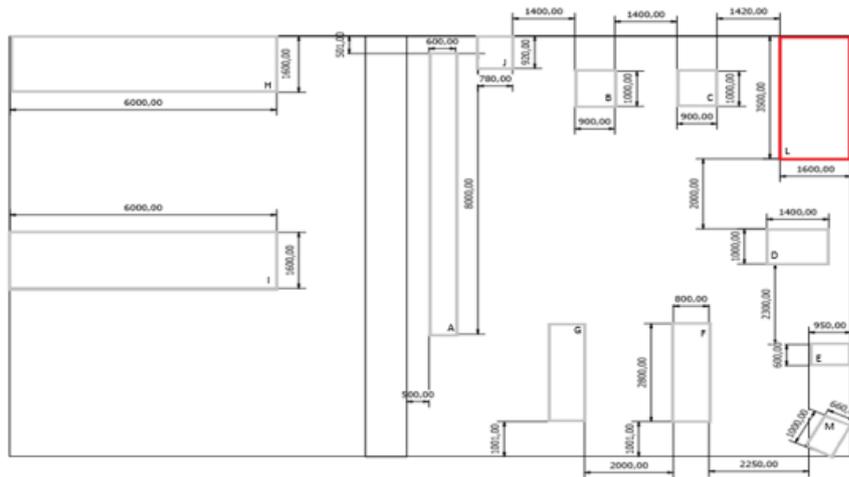
ANEXO D – MAPEAMENTO DE PROCESSO



ANEXO E – PADRÃO VISUAL

MTR9002	Padrão Visual – Layout da área de fabricação de estantes	Edição: 01	Nov/2019	Pag. 1/2
---------	--	------------	----------	----------

Padrão APROVADO



LEGENDA

- A: máquina de corte;
- B: meia esquadria;
- C: chanfro;
- D: marcação;
- E: furadeira industrial;
- F: montagem/acabamento;
- G: solda/acabamento;
- H: estoque de longarina;
- I: estoque de cantoneira;
- J: caçamba de refugo;
- L: hidrantes;
- M: armário;

IMPLANTAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO	NOTAS	PCP	Produção	Controle de Qualidade
M	33/90/35		Jéssica Silva	Fábio Henrique	Amanda Maciel

MTR9002	Padrão Visual – Layout da área de fabricação de estantes	Edição: 01	Nov/2019	Pag. 2/2
---------	--	------------	----------	----------

Padrão APROVADO



Manter a máquina dentro da demarcação de layout, manter o piso e a máquina limpa.



Manter o contentor dentro da demarcação de layout e o contentor sem excesso de scrap.



Manter a mesa dentro da demarcação de layout, manter a limpeza da mesa e do piso, manter os armários trancados.



Manter a mesa dentro da demarcação de layout, manter a limpeza da mesa e do piso, manter os armários trancados.



Manter a mesa dentro da demarcação de layout, manter a limpeza da mesa e do piso.



Manter a máquina dentro da demarcação de layout, manter o piso e a máquina limpa.



Manter a mesa dentro da demarcação de layout, manter a limpeza da mesa e do piso.



Manter armário dentro da demarcação de layout, manter a limpeza do armário e do piso, manter o armário trancado.

IMPLANTAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO	NOTAS	PCP	Produção	Controle de Qualidade
M	33/90/35		Jéssica Silva	Fábio Henrique	Amanda Maciel

ANEXO F – FORMULÁRIO A3 DO PROJETO

KAIZEN <input checked="" type="checkbox"/> STANDARD KAIZEN <input type="checkbox"/> MAJOR KAIZEN <input type="checkbox"/> ADVANCED KAIZEN																																																																																																																																																																																																					
TEMA: AUMENTO DE 22% PRODUTIVIDADE DE ESTANTES																																																																																																																																																																																																					
SETOR/UGB: UGB AÇO	CÓD. MATRIZ E:																																																																																																																																																																																																				
DEFINIÇÃO DO TIME: LÍDER: JÉSSICA SILVA MAT: _____ LEWISON MAT: _____ DANILLO MAT: _____ MAX MAT: _____ DENILSON MAT: _____ _____ MAT: _____ _____ MAT: _____																																																																																																																																																																																																					
DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS (meta global/metras específicas; extensão da melhoria; gráfico de meta) 																																																																																																																																																																																																					
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA/FENÔMENO (Descrição; ilustração; gráfico de Pareto) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Setor Produtivo</th> <th>MAIO</th> <th>JUNHO</th> <th>JULHO</th> <th>AGOSTO</th> <th>SETEMBRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estante - COREZ</td> <td>100%</td> <td>96%</td> <td>64%</td> <td>44%</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Estante - ACABAMENTO</td> <td>83%</td> <td>96%</td> <td>47%</td> <td>41%</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Estante - PINTURA</td> <td>80%</td> <td>96%</td> <td>40%</td> <td>41%</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>MÉDIA POR SEMANA</td> <td>87%</td> <td>92%</td> <td>50%</td> <td>42%</td> <td>48%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Os índices de atendimento abaixo da meta desde Maio foram a farol para mostrar que havia algo errado. Através da Matriz de perdas da UGB Aço, foi possível observar que a terceira maior perda da UGB é por NVAA e por meio do gráfico de Spaghetti Chart o problema de perda de produtividade por atividades sem valor agregado foi compreendido.</p>		Setor Produtivo	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	Estante - COREZ	100%	96%	64%	44%	50%	Estante - ACABAMENTO	83%	96%	47%	41%	50%	Estante - PINTURA	80%	96%	40%	41%	43%	MÉDIA POR SEMANA	87%	92%	50%	42%	48%																																																																																																																																																																						
Setor Produtivo	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO																																																																																																																																																																																																
Estante - COREZ	100%	96%	64%	44%	50%																																																																																																																																																																																																
Estante - ACABAMENTO	83%	96%	47%	41%	50%																																																																																																																																																																																																
Estante - PINTURA	80%	96%	40%	41%	43%																																																																																																																																																																																																
MÉDIA POR SEMANA	87%	92%	50%	42%	48%																																																																																																																																																																																																
ANÁLISE DAS CAUSAS (4M; 5 Porquês) 																																																																																																																																																																																																					
Observação (5G e 5WH) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:20%;">GEMBA (Vá até o local)</td> <td style="width:30%;"> Onde? (Where) </td> <td style="width:50%;"> </td> </tr> <tr> <td>GEMBUITSU (Examine o objeto)</td> <td> Quando? (When) </td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>GENJITSU (Verifique os dados)</td> <td> Que tendência? (Which) </td> </tr> <tr> <td>GENRI (Compare a teoria)</td> <td> Como? (How) </td> <td></td> </tr> <tr> <td>GENSOKU (Cheque os padrões)</td> <td> Quem? (Who) </td> <td></td> </tr> </table>		GEMBA (Vá até o local)	Onde? (Where)		GEMBUITSU (Examine o objeto)	Quando? (When)		GENJITSU (Verifique os dados)	Que tendência? (Which)	GENRI (Compare a teoria)	Como? (How)		GENSOKU (Cheque os padrões)	Quem? (Who)																																																																																																																																																																																							
GEMBA (Vá até o local)	Onde? (Where)																																																																																																																																																																																																				
GEMBUITSU (Examine o objeto)	Quando? (When)																																																																																																																																																																																																				
GENJITSU (Verifique os dados)	Que tendência? (Which)																																																																																																																																																																																																				
GENRI (Compare a teoria)	Como? (How)																																																																																																																																																																																																				
GENSOKU (Cheque os padrões)	Quem? (Who)																																																																																																																																																																																																				
LÍDER DO PROJETO Jéssica Silva	PILAR DE FI	GESTOR IMEDIATO	CUSTO INICIAL R\$4.411,84	BENEFÍCIO INICIAL R\$102,00	B/C INICIAL 2,3152099	PILAR DE CUSTO																																																																																																																																																																																															
PLANO DE AÇÃO <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ordem</th> <th rowspan="2">Ação (O que?)</th> <th rowspan="2">Responsável (Quem?)</th> <th rowspan="2">Onde?</th> <th rowspan="2">Como?</th> <th rowspan="2">Quanto?</th> <th colspan="12">Quando? Mês/Semana</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>112</td> <td>CÁLCULO DE NVAA E SPAGHETTI CHART DO PROCESSO ATUAL</td> <td>JÉSSICA</td> <td>UGB AÇO</td> <td>FILMANDO TODO O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMHA ESTANTE E MARCANDO OS TEMPOS E CUSTOS E FABRICAÇÃO</td> <td>R\$120,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>112</td> <td>FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAS PARA APÓIO A FABRICAÇÃO DAS ESTANTES</td> <td>DANILLO/MAX/DENILSON</td> <td>UGB AÇO</td> <td>DESENHO E FABRICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAS</td> <td>R\$1.363,18</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>112</td> <td>LIMPEZA E PINTURA DA ÁREA</td> <td>TODOS</td> <td>UGB AÇO</td> <td>RETIRANDO TODOS OS EQUIPAMENTOS, MÁQUINAS E MATERIAS DA ÁREA E PINTANDO O PISO</td> <td>R\$357,33</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>112</td> <td>DEFINIÇÃO DO LAYOUT</td> <td>TODOS</td> <td>UGB AÇO</td> <td>REALOCANDO OS EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS NOS OPÇÕES DE LAYOUTS DESEJADAS</td> <td>R\$75,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>112</td> <td>MARCANDO OS LAYOUTS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</td> <td>TODOS</td> <td>UGB AÇO</td> <td>PINTANDO OS LAYOUTS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</td> <td>R\$60,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>112</td> <td>CÁLCULO DE NVAA E SPAGHETTI CHART DO NOVO PROCESSO</td> <td>JÉSSICA</td> <td>UGB AÇO</td> <td>FILMANDO TODO O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMHA ESTANTE</td> <td>R\$120,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>112</td> <td>PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTOS</td> <td>TODOS</td> <td>UGB AÇO</td> <td>DOCUMENTANDO AS ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS E TREINANDO OS OPERADORES</td> <td>R\$150,00</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>							Ordem	Ação (O que?)	Responsável (Quem?)	Onde?	Como?	Quanto?	Quando? Mês/Semana												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	112	CÁLCULO DE NVAA E SPAGHETTI CHART DO PROCESSO ATUAL	JÉSSICA	UGB AÇO	FILMANDO TODO O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMHA ESTANTE E MARCANDO OS TEMPOS E CUSTOS E FABRICAÇÃO	R\$120,00																		112	FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAS PARA APÓIO A FABRICAÇÃO DAS ESTANTES	DANILLO/MAX/DENILSON	UGB AÇO	DESENHO E FABRICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAS	R\$1.363,18																		112	LIMPEZA E PINTURA DA ÁREA	TODOS	UGB AÇO	RETIRANDO TODOS OS EQUIPAMENTOS, MÁQUINAS E MATERIAS DA ÁREA E PINTANDO O PISO	R\$357,33																		112	DEFINIÇÃO DO LAYOUT	TODOS	UGB AÇO	REALOCANDO OS EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS NOS OPÇÕES DE LAYOUTS DESEJADAS	R\$75,00																		112	MARCANDO OS LAYOUTS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	TODOS	UGB AÇO	PINTANDO OS LAYOUTS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	R\$60,00																		112	CÁLCULO DE NVAA E SPAGHETTI CHART DO NOVO PROCESSO	JÉSSICA	UGB AÇO	FILMANDO TODO O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMHA ESTANTE	R\$120,00																		112	PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTOS	TODOS	UGB AÇO	DOCUMENTANDO AS ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS E TREINANDO OS OPERADORES	R\$150,00																	
Ordem	Ação (O que?)	Responsável (Quem?)	Onde?	Como?	Quanto?	Quando? Mês/Semana																																																																																																																																																																																															
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																				
112	CÁLCULO DE NVAA E SPAGHETTI CHART DO PROCESSO ATUAL	JÉSSICA	UGB AÇO	FILMANDO TODO O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMHA ESTANTE E MARCANDO OS TEMPOS E CUSTOS E FABRICAÇÃO	R\$120,00																																																																																																																																																																																																
112	FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAS PARA APÓIO A FABRICAÇÃO DAS ESTANTES	DANILLO/MAX/DENILSON	UGB AÇO	DESENHO E FABRICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAS	R\$1.363,18																																																																																																																																																																																																
112	LIMPEZA E PINTURA DA ÁREA	TODOS	UGB AÇO	RETIRANDO TODOS OS EQUIPAMENTOS, MÁQUINAS E MATERIAS DA ÁREA E PINTANDO O PISO	R\$357,33																																																																																																																																																																																																
112	DEFINIÇÃO DO LAYOUT	TODOS	UGB AÇO	REALOCANDO OS EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS NOS OPÇÕES DE LAYOUTS DESEJADAS	R\$75,00																																																																																																																																																																																																
112	MARCANDO OS LAYOUTS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	TODOS	UGB AÇO	PINTANDO OS LAYOUTS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	R\$60,00																																																																																																																																																																																																
112	CÁLCULO DE NVAA E SPAGHETTI CHART DO NOVO PROCESSO	JÉSSICA	UGB AÇO	FILMANDO TODO O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMHA ESTANTE	R\$120,00																																																																																																																																																																																																
112	PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTOS	TODOS	UGB AÇO	DOCUMENTANDO AS ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS E TREINANDO OS OPERADORES	R\$150,00																																																																																																																																																																																																

