

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

MATHEUS CANDIDO ZAGANIN

IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DE
FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE FERTILIZANTES.

ITUIUTABA
2022

MATHEUS CANDIDO ZAGANIN

IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DE
FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE FERTILIZANTES.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
à Universidade Federal de Uberlândia pelo
curso de Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano
Castillo

ITUIUTABA
2022

IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS ATRAVÉS DO
MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE
FERTILIZANTES.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
à Universidade Federal de Uberlândia pelo
curso de Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano
Castillo
Aprovado pela banca examinadora formada
por:

Ituiutaba, 28 de março de 2022.
Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Daniel França Lazzarin, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado, Universidade Federal de Uberlândia

Dedico este trabalho
aos meus Familiares e amigos,
e sobretudo aos meus pais e irmão,
por toda força, motivação e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares por sempre me apoiarem e me darem apoio em todas as escolhas que fiz nessa fase de graduação, principalmente nos momentos de ausência, agradeço especialmente, aos meus pais, Adriano e Ângela, e ao meu irmão, Rodrigo, por todo suporte, apoio, motivação e carinho no decorrer da graduação.

Agradeço também aos meus amigos de faculdade, a república onde morei durante a graduação que me acolheu e em meio as dificuldades se fizeram minha segunda família, com o apoio e compreensão nos momentos que mais precisei. Agradeço a Liga de Inovação e Negócios que me desenvolveu através das experiências e me capacitou na forma profissional e pessoal ao longo de dois anos, agradeço aos meus professores do curso de Engenharia de Produção por todo conhecimento transmitido, em especial o meu orientador e mentor Prof. Dr. Lucio Castillo, pelas informações e conhecimento durante a graduação e desenvolvimento deste trabalho.

Por último agradeço a Roberta, por todo carinho, cuidado e amor que ao longo de toda minha graduação foi essencial, ela se fez presente e tornou esta trajetória mais leve e harmoniosa.

Fico grato por essa fase e a todos que mencionei, vou em busca de meus objetivos e sonhos, tornando minha vida mais prospera e com muito sucesso.

“A melhor maneira de nos prepararmos para
o futuro é concentrar toda a imaginação
e entusiasmo na execução perfeita
do trabalho de hoje.”
(Dale Carnegie)

RESUMO

Nas empresas que buscam o aperfeiçoamento, é essencial o aprimoramento de seus processos produtivos para se destacar entre os competidores do mercado. Neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido a fim de identificar desperdícios com a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) em uma fábrica de fertilizantes. É importante identificar as etapas do processo que necessitam de uma melhoria, assim é possível priorizar as etapas que trazem mais perdas. Por meio da elaboração do estado atual do fluxo de valor, pode ser possível visualizar todo o fluxo produtivo, desde a chegada da matéria prima até a entrega do produto final ao cliente, assim, é possível coletar todos os tempos de cada processo, observar gargalos e os tempos que não agregam valor ao cliente. Foi elaborado o MFV atual e apresentada as propostas de melhorias a empresa, o estudo ofereceu a empresa uma visão crítica do processo e possibilitou a propor melhorias como, aplicação do kaizen, implantação do 5S, estabelecer processo e procedimentos padronizados, implantar a metodologia TPM, trabalhar com as certificações ISO. Assim, por meio do MFV futuro e sua análise, podem ser visualizadas as sugestões e propostas de melhoria que podem trazer resultados positivos para a empresa. O estudo em questão possibilitará a empresa a trabalhar com a filosofia *Lean manufacturing* em busca da melhoria contínua. O procedimento metodológico adotado foi o estudo de caso, quanto a abordagem do estudo trata-se de uma pesquisa quantitativa e qualitativa, a pesquisa vai ajudar teoricamente com novos fatos e contribuir para o planejamento de novas pesquisas ou apenas para estudo e compreensão teórica.

Palavras-chave: Fertilizantes, Manufatura Enxuta, Mapa do fluxo de valor.

ABSTRACT

In companies that seek improvement, it is essential to improve their production processes to stand out among market competitors. In this context, the present work was developed in order to identify waste with the Value Stream Mapping (MFV) tool in a fertilizer factory. It is important to identify process steps that enable an improvement, so it is possible to prioritize the steps that bring more losses. Through the elaboration of the current state of the value stream, it will be possible to visualize the entire production flow, from the arrival of the raw material to the delivery of the final product to the customer, it will be possible to collect all the times of each process, observe bottlenecks and the times that do not add value to the customer. The current MFV was prepared and the proposals for improvements were presented to the company, the study offered the company a critical view of the process and made it possible to propose improvements such as, application of kaizen, implementation of 5S, establish standardized process and procedures, implement the TPM methodology and work with ISO certifications. Through the future MFV and its analysis, suggestions and improvement proposals that will bring positive results for the company can be visualized. The study in question will enable the company to work with the *Lean manufacturing* philosophy in search of continuous improvement. The methodological procedure adopted was the case study, as the study approach is a quantitative and qualitative research, the research will theoretically help with new facts and contribute to the planning of new research or just for study and theoretical understanding.

Keywords: Fertilizers. *Lean manufacturing*. Value Stream Map.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Os Cincos Princípios do Lean	21
Figura 2	Casa Lean	22
Figura 3	Quadro visual Kanban	25
Figura 4	Relatório A3	27
Figura 5	Etapas MFV	30
Figura 6	Ícones do MFV	31
Figura 7	Exemplo MFV Atual	31
Figura 8	Cadeia Produtiva dos Fertilizantes	35
Figura 9	Fluxograma do processo de produção	41
Figura 10	Mapa Atual do Fluxo de Valor	50
Figura 11	Cálculo da Demanda Média para Produção	51
Figura 12	Gráfico do <i>Takt time</i> x Tempo de Ciclo	52
Figura 13	Modelo de Casa da Padronização	56
Figura 14	Mapa Futuro do Fluxo de Valor	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Descrição dos diferentes tipos de fertilizantes, descritos pela legislação brasileira	33
Quadro 2	Propostas de Melhoria	63
Quadro 3	Soluções para implementar	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AV	Agregam valor
LM	<i>Lean manufacturing</i>
MP	Matéria prima
MFV	Mapeamento do fluxo de valor
NAV	Não agregam valor
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	Manutenção produtiva total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	15
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	15
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	15
1.3	JUSTIFICATIVA	15
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	16
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (<i>LEAN MANUFACTURING</i>)	17
2.1.1	<i>Os oito desperdícios</i>	18
2.1.2	<i>Os Cinco Princípios do Lean</i>	19
2.1.3	<i>Estrutura – Casa Lean</i>	21
2.1.4	<i>Ferramentas Lean Manufacturing</i>	22
2.1.4.1	<i>5S</i>	23
2.1.2.2	<i>Manutenção Preventiva Total (TPM)</i>	23
2.1.4.3	<i>Heijunka – Produção Nivelada</i>	24
2.1.2.4	<i>Kanban</i>	25
2.1.4.5	<i>Relatório A3</i>	26
2.1.2.6	<i>Trabalho Padronizado</i>	27
2.1.4.7	<i>Andon - Gestão a Vista</i>	28
2.1.2.8	<i>Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)</i>	28
2.2	A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES	32
2.2.1	<i>Produção de fertilizantes</i>	34
2.3	FÁBRICA DE FERTILIZANTES	35
3	METODOLOGIA	37
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	37
3.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	38
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	38
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - ETAPAS	38
4	RESULTADOS	39
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	39
4.2	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	39
4.3	MAPA ATUAL DO FLUXO DE VALOR	42
4.3.1	<i>ALIMENTAR MOEGA</i>	43
4.3.2	<i>DOSAR</i>	44
4.3.3	<i>MISTURAR</i>	44
4.3.4	<i>PENEIRAR</i>	45
4.3.5	<i>ENSACAR</i>	45
4.3.6	<i>CARREGAR CAMINHÃO</i>	46
4.3.7	<i>PESAR CAMINHÃO</i>	47
4.4	DESENHO DO MAPA ATUAL DE FLUXO DE VALOR	49
4.5	<i>TAKT TIME</i> E ANÁLISE DO MAPA	51
4.6	ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA	52

4.6.1 ESTABILIDADE	52
4.6.2 PADRONIZAÇÃO	56
4.6.3 JIT	59
4.6.4 JIDOKA	61
4.7 PROPOSTAS DE MELHORIA	63
4.8 MAPA FUTURO DO FLUXO DE VALOR	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO	69
5.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	70
5.3 TRABALHOS FUTUROS	70
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Atualmente, de acordo com Lammarino *et al.* (2018) as indústrias do mundo todo estão enfrentando um novo ambiente de negócios, cada vez mais competitivo e globalizado. Por esse fato, as indústrias têm buscado estratégias atualizadas e agressivas, com o objetivo de reduzir desperdícios, reavaliar os processos produtivos e assim se nivelar em relação ao grau de competitividade (DOUGLAS; ANTONY; DOUGLAS, 2015).

Cada vez mais o mercado exige entregas rápidas e reduzidos *lead time*, mais personalização dos produtos e serviços, melhor qualidade e baixos preços (PINTO, 2008). Segundo Gehrke (2012), para alcançar resultados econômicos positivos e crescentes, é fundamental buscar o aprimoramento da performance produtiva, disponibilidade dos equipamentos e qualidade nos *outputs*.

De acordo com Womack et al. (1990), considera que desde Henry Ford e seu conhecido modelo T, os fabricantes de automóveis começavam a enxergar a necessidade de melhorar, buscando alternativas relacionadas à produtividade, assim, a Toyota Motor Company que até os anos 50 não tinha condições suficientes para competir com os grandes fabricantes automobilísticos americanos, deu início a um grande estudo voltado a melhoria dos processos e aumento da eficiência em relação à produtividade de seus automóveis, trazendo a todos a metodologia de trabalho *Lean Manufacturing* (LM), baseada na eliminação consistente de desperdícios. O *Lean Manufacturing* é uma das metodologias mais adotadas nos últimos tempos, ela trata de aumentar a produtividade, e também consegue tornar a organização mais competitiva num mercado cada vez mais global (ABDULMALEK; RAJGOPAL, 2006).

O *Lean Manufacturing* engloba atividades gerenciais como o *Just in time*, *Jidoka*, sistema de qualidade, etc. Ele procura trabalhar com sinergia entre as áreas que conduzem a uma alta qualidade e redução do desperdício (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004). Assim, alguns conceitos e técnicas da manufatura enxuta foram se desenvolvendo e são importantes para a excelência na aplicação, como: Mapa do Fluxo de Valor (MFV), Trabalho Padronizado, Manutenção Produtiva Total (TPM), Qualidade Total, Kaizen, entre outras, elas têm gerado maiores resultados para as empresas, tanto na economia nos processos produtivos e ganhos operacionais na performance de negócios (FAVONI *et al.*, 2013). Uma técnica que tem recebido o reconhecimento considerável entre os praticantes do *Lean* para fazer diagnósticos no chão de fábrica é o Mapa do Fluxo de Valor (MFV) (JONES e WOMACK,

2002). O MFV é uma ferramenta utilizada para identificar todas as etapas do processo, estudando todas as atividades que agregam valor (AV) e as que não agregam valor (NAV), determinando o tempo de produção e verificando as oportunidades de melhoria e os desperdícios.

As empresas do setor de fertilizantes estão buscando cada vez mais o aperfeiçoamento dos seus processos produtivos. Neste contexto, por meio de observações no processo produtivo e entrevistas com a coordenação foi identificado a necessidade de uma análise de perdas durante o processo todo, visando assim identificar oportunidades de melhorias e destacar os desperdícios encontrados.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor a implementação da ferramenta Mapa do Fluxo de Valor do *Lean Manufacturing* para identificar desperdícios ao longo de todo o processo produtivo.

1.2.2 Objetivos específicos

A fim de garantir a exatidão do objetivo geral mencionado anteriormente, é preciso desenvolver os seguintes objetivos específicos:

- Mapear o processo atual da fábrica;
- Identificar as etapas do processo com desperdícios;
- Apontar os pontos de melhoria;
- Propor ações para a solução dos problemas estudados.

1.3 Justificativa

Atualmente, as empresas precisam buscar melhorias contínuas para aumentar sua produtividade, reduzir custos e otimizar todas as etapas do processo. A partir disso, optou-se por aplicar a ferramenta MFV junto com a metodologia do *Lean Manufacturing* com o objetivo de eliminar ou reduzir os desperdícios, o desenvolvimento deste estudo fornece pontos de ação que envolve mudanças nas práticas na produção de fertilizantes.

1.4 Delimitação do trabalho

Esta metodologia chamada *Lean Manufacturing*, foi utilizada na empresa estudada, uma fábrica que produz fertilizantes granulados. Vamos analisar e estudar a linha de fertilizantes mistos, a empresa atua no ramo agropecuário e está situada na região de Goiás na cidade de Anápolis.

Assim, o trabalho em questão tem uma base teórica e prática, será desenvolvido na empresa um estudo com o conhecimento obtido e a realidade da empresa específica, os resultados conquistados interessará as outras fábricas da empresa que estão situadas em outras cidades e estados. O trabalho pode ser utilizado para estudo em outras empresas da área de fertilizantes, ele define especificamente o estudo para identificar desperdícios no processo produtivo.

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco seções. A primeira delas já discorrida anteriormente sendo a introdução com uma visão geral do estudo, os objetivos e a justificativa do trabalho. A segunda seção apresenta o referencial teórico sobre os temas e ferramentas discutidas no decorrer do trabalho. A terceira seção é composta pelos métodos e procedimentos de pesquisa responsáveis para constituir o trabalho. Na quarta seção, busca-se estruturar os resultados de pesquisa, junto com o levantamento do estudo e a aplicação da ferramenta, desenvolvendo o mapa atual da empresa, apresentando os problemas identificados e as soluções propostas. Por fim, na quinta seção é feita uma conclusão do trabalho, ressaltando o impacto do trabalho para a empresa e os pontos importantes do estudo, e sugerindo temas e melhorias para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema Toyota de Produção (*Lean Manufacturing*) / Manufatura Enxuta

Após a segunda guerra mundial, a Produção Enxuta surgiu no Japão, inicialmente a aplicação se deu na *Toyota Motor Company*, devastado pela guerra ele não possuía recursos para realizar a produção em massa por isso começou a produzir carros de passeio em pequenas quantidades e em grande variedade. Daí em diante, surgiu a necessidade de criar um novo modelo gerencial, nasceu então em meados da década de 50 o Sistema Toyota de Produção (STP) ou Manufatura Enxuta, desenvolvido por Taiichi Ohno, engenheiro e vice-presidente da *Toyota Motors* (WOMACK et al, 1992).

De acordo com Womack e Jones (2004), a produção enxuta ou *Lean Manufacturing*, conhecido também como Sistema Toyota de Produção (STP), tem o objetivo de reduzir os desperdícios do processo produtivo, melhorando assim a qualidade, reduzindo o tempo e conseqüentemente o custo de produção. Na sua tradução, o *Lean* tem o significado de ser enxuto e simples, a produção é enxuta porque usa menos de tudo se comparada com a produção em massa, como, menos esforço humano na fábrica, espaço físico menor, menor investimento em equipamentos, e sua aplicabilidade visa reduzir as complexidades do processo com foco na redução de desperdícios, na redução no tempo de cada atividade e aumentar a competitividade das empresas.

A fim de ampliar a capacidade de produção de uma empresa para que ela possa competir reduzindo os desperdícios e até eliminando-os, assim, para Moraes e Sabb (2004), existem os “Zeros do JIT”, são eles, zero defeitos, tempo zero de preparação, estoque zero, movimentação zero, zero quebra e perfeito *lead time*.

O conceito de desperdícios no chão de fábrica é definido como qualquer atividade que não acrescenta valor aos produtos (OHNO, 1988; WOMACK e JONES, 2004).

Ao focar sobre as atividades que não acrescentam valor aos produtos ou que não agregam valor, identificamos as perdas, como a produção enxuta possui como um dos objetivos a eliminação de perdas e desperdícios temos que diferenciar os dois termos:

Perda: Utilização de forma ineficaz um recurso ao longo da cadeia de valor na produção;

Desperdícios: Atividades que não criam valor e perdem recursos de uma forma não intencional ou de simples negligência.

Ohno (1997) ressalta que é crucial que se tenha um entendimento sobre este conceito e consiga detectar e eliminar por completo os mesmos, segundo ele, classifica os desperdícios em

sete categorias, e para Liker (2005) acrescenta uma oitava categoria: Superprodução, Espera, Transporte, Processamento, Estoque, Movimentação, Produção defeituosa, Conhecimento.

Nos próximos tópicos vamos discorrer mais sobre os cinco princípios do *Lean* e sua estrutura, chamada de Casa *Lean*, os oito desperdícios e as ferramentas para a solução dos mesmos, e por último aprofundar na ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor que será utilizada neste trabalho.

2.1.1 Os oito desperdícios

Ohno (1997) e Shingo (1996a) apresentaram uma abordagem mais completa sobre as perdas e seus desdobramentos, trata-se dos sete desperdícios dos sistemas produtivos. Após uma observação, Liker (2005) acrescenta um oitavo desperdício.

1) Desperdício por superprodução

Para Shingo (1996), os desperdícios de superprodução são classificados em superprodução quantitativa e por antecipação. A super produção quantitativa ocorre quando há produção superior à quantidade necessária, originando em sobra de produtos e formação de estoques. Já a superprodução por antecipação, antecipa as necessidades das próximas etapas de produção e consumo, assim, finaliza a produção antes do prazo determinado para entrega.

2) Desperdício por espera

As perdas por espera estão relacionadas à máquina e colaborador, consiste em perda no tempo em que nenhum processamento é executado, ou seja, não estão contribuindo para agregação de valor aos produtos. A perda por espera reflete diretamente nos trabalhadores na forma de baixo índice de utilização de pessoas e o baixo índice de multifuncionalidade do sistema produtivo. Existem três tipos de perda por espera: no processo, quando ocorre a falta de matéria-prima e a produção fica aguardando; do lote, quando as peças já passaram por determinado processo e tem que esperar as outras finalizarem; e do operador, quando o mesmo fica ocioso, observando uma máquina em operação ou outro operador.

3) Desperdício de transporte

Este desperdício se dá por conta de movimentações desnecessárias do material nas diversas etapas do processo. As atividades de transporte ou movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas, por isso um arranjo físico adequado para a empresa é essencial, minimizando distâncias a serem percorridas.

4) Desperdício de processamento

Acontece quando utiliza de modo inadequado as máquinas e equipamentos quanto à capacidade e capacidade de produção. Nesse sentido, as etapas que não agregam valor para o cliente só crescem, portanto é importante as ferramentas que identificam e analisam as atividades que agregam valor.

5) Desperdício nos estoques

Um dos desperdícios mais graves, sendo considerado a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado, neste caso, o recurso financeiro fica aprisionado no processo produtivo, acarretando em um desperdício de investimento e espaço.

6) Desperdício de movimentação

O desperdício de movimentação é devido a movimentação excessiva de operadores e materiais sem necessidade, impactando no *fluir* do processo. A racionalização dos movimentos nas operações é importante para eliminar este desperdício.

7) Desperdício por produção defeituosa

São causados por erros na produção e geram produtos com características de qualidade fora do especificado não satisfazendo requisitos de uso o que acarreta em retrabalho ou varredura do produto. Portanto produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação, tempo, entre outros.

8) Desperdício da Conhecimento

O desperdício de criatividade ocorre devido à falta de incentivo de participação do colaborador com suas habilidades e conhecimento, em consequência há uma menor possibilidade de aprendizado e aplicação de melhorias no processo, assim diminui a chance da retenção de bons talentos.

2.1.2 Os Cinco Princípios do Lean

O conceito e conhecimento sobre os tipos de desperdício são essências dentro da metodologia do *Lean*, agora, buscando a assertividade da eliminação dos desperdícios. De acordo com Womack e Jones (1996), na produção enxuta há cinco princípios que são fundamentais, com o objetivo de buscar a excelência da melhor maneira possível, são eles:

a) Valor:

O valor é o ponto de partida do pensamento enxuto. O valor do produto deve ser especificado pelo cliente final, definindo quais são as necessidades reais dele, buscando satisfazê-lo e mantendo-se competitivo em termos de preço.

b) Cadeia de Valor:

Cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias, eliminar as etapas que não agregam valor para o cliente, para se levar o produto perfeito ao cliente, assim, a identificação da cadeia de valor tem o objetivo de mapear todas as atividades que agregam e não agregam valor para o cliente.

c) Fluxo de Valor Enxuto:

Após a definição de valor e a identificação das atividades que agregam e não agregam valor para o cliente, deve-se buscar o fluir das etapas que agregam valor e eliminar as etapas que não agregam valor, assim, encontramos o fluxo de valor enxuto. O passo seguinte do pensamento enxuto é conseguir com que o fluxo de valor otimizado flua no processo produtivo todo, desde a chega do produto ao cliente final, e, portanto, contribuir para a criação de valor para o cliente.

d) Produção Puxada:

Este conceito consiste em produzir apenas o necessário, o cliente é quem puxa a produção diferente da produção empurrada. Nesta forma de produção, os desperdícios relacionados a estoque e super produção são eliminados, aumentando assim a produtividade e dando valor ao produto.

e) Busca da Perfeição:

O último princípio é a busca pela perfeição, ela deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. Uma vez que todos os 4 princípios forem alcançados, será mais fácil identificar oportunidades de melhoria, possibilitando assim a empresa a alcançar os resultados esperados pelo cliente, portanto, trata-se de um processo contínuo de aumento de eficiência e eficácia, em busca da perfeição, é de extrema relevância a empresa contar com as metodologias de melhoria contínua e suas ferramentas.

Nos últimos anos a filosofia *Lean* está sendo adotada por organizações de todos os setores, buscam modificar e melhorar práticas gerenciais, impulsionar o potencial de seus colaboradores e intensificar seus resultados, com a base bem definida e direcionada para a geração de valor para o cliente e seu objetivo na melhoria contínua, com o foco no principal sendo brilhante no básico e buscando a perfeição a cada dia. Segue os cinco princípios do *Lean* demonstrado com o foco na busca da perfeição, Figura 1.

Figura 1 – Os cinco Princípios do Lean



Fonte: Rodrigues (2016).

2.1.3 Estrutura – Casa *Lean*

Ohno (1997), apresenta a casa do STP, com dois pilares principais, o *Just-in-time* e o *Jidoka*, mantendo o foco no cliente, estes são os pilares da filosofia, eles estão apoiados nas bases da melhoria contínua, trabalho padronizado e nivelamento de produção, e no seu telhado encontramos todos os objetivos que se pode ter adotando a filosofia *Lean*, sendo os principais a melhor qualidade, o menor custo e o *lead time* mais curto.

De acordo com Marchwinski e Shook (2007), a figura 2 representa a casa do STP, com os seus principais pilares tendo como o foco a satisfação do cliente.

Figura 2 – Casa *Lean*

Fonte Adaptado: Marchwinski e Shook (2007).

A casa é constituída pelos pilares *Just-in-time* e *Jidoka* detalhadas abaixo:

- O *Just in Time* (JIT): Segundo Shingo (1996), as palavras Just-in-time em japonês significam “no momento certo”, “oportuno”. O STP busca produzir peças ou produtos na quantidade necessária e apenas quando são requeridas. Ele é um dos elementos principais do Sistema Toyota de Produção e do *Lean Manufacturing*, ele tem o objetivo de coordenar o sistema produtivo, tornando o processo alinhado, ou seja, alimentado no momento certo, com os itens corretos e nas quantidades corretas, tornando-se possível eliminar o desperdício da superprodução.
- *Jidoka*: Segundo Monden (1983), para os japoneses a palavra *Jidoka* possui dois significados, um deles significa automação no sentido usual de alteração de um processo manual para processo mecânico, sem mecanismo para detectar erros. Já o segundo significado é “controle automático de defeitos”. Do *Lean Manufacturing*, é a automação com o toque humano, o operador ou a própria máquina para o processo sempre que identificar uma anormalidade ou defeito no sistema / produto.

2.1.4 Ferramentas *Lean Manufacturing*

A fim de atingir os objetivos da manufatura enxuta, garantindo a identificação e eliminação de desperdícios, é necessário aplicar e trabalhar com algumas ferramentas que auxiliarão na obtenção dos resultados. Algumas ferramentas consideradas principais vão ser descritas a seguir.

2.1.4.1 5 S

Segundo Bayo-Moriones, Bello-Pintado e Cerio (2010), o 5S tem o objetivo de reduzir perdas e otimizar a qualidade e a produtividade por meio da organização no local de trabalho, utilizando indicadores visuais para obter resultados operacionais constantes.

O 5S é uma ferramenta que é utilizada nas grandes empresas do mundo todo, ela é composta por cinco pilares que procuram reduzir os desperdícios e aumentar a produtividade por meio de uma organização no ambiente dos postos de trabalho. Os objetivos principais desta ferramenta são: melhorar o ambiente de trabalho; maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis; reduzir gastos e desperdícios; otimizar o espaço físico; entre outros.

Ribeiro (1994), afirma que essa ferramenta é uma base para a empresa, preparando o ambiente, para aplicação das diversas práticas e ferramentas Lean. A sigla 5S saiu de cinco palavras japonesas que começam com a letra S: SEIRI (Utilização), SEITON (Organização), SEISO (Limpeza), SEIKETSU (Padronização) e SHITSULE (Autodisciplina).

Para Lapa (1998), o SEIRI relaciona-se com o hábito do ser humano em manter armazenado objetos sem utilidade na rotina, assim se torna necessário identificar os materiais em excessos, inutilizáveis para evitar o acúmulo do que é desnecessário.

Segundo com Delgadillo, Junior e Oliveira (2006), o SEITON tem a função de organizar os objetos necessários na rotina do colaborador, identifica-los e sinaliza-los de uma maneira que seja rápida e prática sua localização.

Para Badke (2004), o SEISO é responsável por eliminar toda sujeira do ambiente de trabalho, eliminando também todas as possíveis causas de sujeira para prevenir que o ambiente retorne as condições iniciais. O SEIKETSU, senso de padronização ou saúde para Badke (2004) é responsável por garantir o ambiente limpo, organizado, manter condições favoráveis à saúde física e mental.

De acordo com Ribeiro (1994) o SHITSULE define que ser disciplinado é cumprir as normas e padrões criados durante o programa 5S, garantir a limpeza, organização e manutenção do ambiente, para assim os colaboradores absorverem as ideias e a cultura do 5S que pode resultar na criação de bons hábitos da equipe.

2.1.4.2 Manutenção Produtiva Total (TPM)

De acordo com Moreira (2003), a manutenção produtiva total tem o objetivo de atingimento da máxima eficiência, otimizando e maximizando a vida útil dos equipamentos e

máquinas, todos os operadores são envolvidos no processo de manutenção preventiva e planejada, assim, previnem as quebras das máquinas e paradas não planejadas.

Segundo Hatakeyama e Rodrigues (2006), o TPM possui 8 pilares importantes para sustentar e estruturar a integração entre as áreas organizacionais da empresa, devem ser estabelecidos sobre as dimensões da produtividade, qualidade, voz do cliente, segurança e moral, os pilares são: Manutenção autônoma, Manutenção planejada, Melhoria específicas, Educação e Treinamento, Manutenção da Qualidade, Controle Inicial, TPM Office e Segurança, Saúde e Meio ambiente. De acordo com JIPM (2008), o instituto responsável por recolher e difundir as informações sobre a Manutenção Produtiva Total, o TPM possui 5 objetivos principais, são:

- Maximizar a eficiência do sistema de produção;
- Reduzir os tempos de perdas, zero acidentes, defeitos e avarias;
- Envolver todos os setores da empresa na implantação do TPM;
- Envolver todos os níveis de funcionários do nível gerencial ao chão de fábrica;
- Realizar a melhoria contínua para obter a meta zero.

2.1.4.3 Heijunka – Produção Nivelada

Segundo Liker (2005), muitas empresas não criam um fluxo equilibrado de trabalho o que dificulta a estabilizar o sistema produtivo. O nivelamento da produção (*Heijunka*) é essencial para evitar desperdícios e sobrecarga dos recursos, quando a produção oscila em poucos dias indo de uma produção muito alta a uma muito baixa acarreta em geração de perdas.

Para Slack (2002) e Liker (2005), o *Heijunka* é o nivelamento da produção, por meio de um “mix” de produtos e em volume. Os produtos não são fabricados conforme a demanda real de pedidos, considera-se uma demanda total de pedidos em um período e cria-se um seguimento repetitivo para a produção de forma que atenda a demanda na mesma quantidade do determinado planejamento só que em dias diferentes. Para Liker (2005), quatro problemas são criados a se trabalhar em uma produção não nivelada:

- A demanda não é perfeitamente previsível;
- A venda não é totalmente garantida;
- Uso de recurso desequilibrado;
- Demanda desnivelada de processos.

Portanto após o nivelamento, quatro benefícios são criados:

- Flexibilidade;
- Redução do risco de não vender produtos;
- Balanceamento da mão de obra e máquinas;
- Demanda uniformizada para os processos e fornecedores.

Portanto, com o nivelamento da produção é provável a criação de um processo mais enxuto, proporcionando a qualidade e o atendimento ao cliente (Liker, 2005).

2.1.4.4 *Kanban*

O *Kanban* significa marcado, traduzido do japonês como “sinal”, é um sistema de sinalização, ou seja, uma ferramenta de produção e movimentação de materiais que serve para controle de ordens e atividades indicando a necessidade de produção ou suprimento, podendo ser também um controle de entrada e saída, a fim de controlar visualmente os processos através de um método simples.

Segundo Peinado e Graeml (2007), o *Kanban* é caracterizado por um sistema visual de cartões em painéis ou quadros. Cada cartão representando uma informação, como se um item precisa ser repostado ou um item que já está em falta, e por meio da cor do cartão que identificamos a urgência dele. O *Kanban* funciona com três cores diferentes: Vermelho: urgência; Amarelo: atenção; Verde: Condições de operação. Este exemplo de painel é apresentado pela figura 3.

Figura 3 – Quadro visual *Kanban*

Peça A	Peça B	Peça C	Peça D	Peça E	Peça F

Legenda	
	vermelho
	amarelo
	verde

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

O sistema *Kanban* trabalha junto com o *Just in Time*, organizando a sequência de produção, junto com o 5S transformando o Layout, proporcionando assim um fluxo contínuo e uniforme.

2.1.4.5 Relatório A3

Segundo Viana e Tortorella (2014), a ferramenta A3 tem o intuito de direcionar os solucionadores de problemas a um conhecimento mais profundo do problema ou das oportunidades levantadas, assim, ele gera novas estratégias, ideias de como trabalhar ou resolver o problema, também proporciona o aprendizado e acúmulo de conhecimento quando armazenados os problemas resolvidos, ajudando futuramente as pessoas a aprender com um problema resolvido ou utilizar o relatório para solucionar um parecido.

Para Loyd et. al. (2010), o pensamento A3 não tem um formato específico, não existe um modelo único do relatório, o que ele apresenta é uma estruturação em seções com informações necessárias, básicas representado abaixo e na figura 4:

- Título/Tema: Indica o problema a ser abordado (descritivo e claro);
- Considerações iniciais: Informações gerais necessárias para o entendimento do problema;
- Estado atual: Seção para evidenciar os problemas com clareza, quantificando se necessário o problema e suas extensões. Informações coletadas diretamente no processo;
- Análise: Após o conhecimento do problema no estado atual, é necessária uma análise de causas raiz da origem dos problemas. Algumas maneiras de se obter o verdadeiro motivo do problema ou sua causa raiz é por meio da metodologia dos “5 porquês”, Diagrama de Ishikawa, 5W2H, entre outros;
- Estado futuro: Depois de estudar e detalhar o estado atual, adquirimos conhecimento e soluções do problema, assim, é possível imaginar a situação ideal e desenhar o novo estado do problema;
- Plano de ação: Essa seção fica responsável por esboçar as ações necessárias para passar do estado atual para o estado futuro, apresentado o plano de melhoria;
- Acompanhamento: A última seção tem o objetivo de acompanhar as melhorias implementadas após resolução do problema, os resultados e os comparativos devem estar explícitos nessa seção.

Figura 4 – Relatório A3

Título / Tema:		Data:		Aprovações:			
1. Consideração Iniciais (background):							
2. Metas, Objetivos, Benefícios:							
3. Estado Atual:							
4. Análise:							
				5. Estado Futuro / Recomendações:			
				6. Plano de Ação (O que? Quem? Quando?):			
		Descrição:		Responsável:		Início:	Fim:
				7. Acompanhamento / Indicadores:			

Fonte: Lean Institute Brasil

O relatório A3 tem o objetivo claro de resolução de problemas, eles servem de mecanismo para os gestores desenvolverem o pensamento científico e crítico dos colaboradores por meio da análise da causa raiz, além de ligar os departamentos da organização com interesses iguais de indivíduos, incentivando diálogos produtivos e induzindo os colaboradores a aprender e ensinar uns aos outros (SILVA e JUNIOR, 2011).

2.1.4.6 Trabalho padronizado

Segundo Taiich Ohno (1997), para o trabalho padrão deve ser considerados os elementos essenciais, são eles: máquina, materiais e operário, precisa-se ter a combinação perfeita desses elementos, e assim produzir com eficácia. Os padrões criados não devem ser estabelecidos de cima para baixo e sim de baixo para cima, os operários são os colaboradores que estão por dentro de todos os problemas e funcionamento do processo.

Chornobay (2015) afirma que a prática constante leva as ações virarem hábitos, o ser humano possui uma grande tendência ao esquecimento, assim, é importante criar procedimentos documentados, como o procedimento operacional padrão (POP), instruções de trabalho para a organização toda e realizar treinamentos constantes.

2.1.4.7 Andon – Gestão a Vista

Para a empresa *Lean Enterprise Institute* (2012), a ferramenta *Andon* tem a função de administrar, controlar uma etapa do processo, de uma forma rápida, fácil e intuitiva. Os colaboradores precisam saber o que está acontecendo ao cumprimento da produção, qualidade e segurança, por meio da gestão a vista as informações ficam organizadas de uma maneira simples com a ajuda de indicadores visuais, assim, os responsáveis poderão tomar decisões no momento da decisão anormal.

Segundo Mello (1998), uma das definições da gestão à vista é que ela traz uma forma de comunicação visual, que pode ser observada por todos os colaboradores dentro do processo que possui o *Andon*, qualquer um que esteja na área pode visualiza-la e entender de forma clara a situação, ela é disponibilizada de forma acessível para todos que a veem. O *Andon* traz melhorias à cultura no ambiente de trabalho, por meio do compartilhamento de informações.

A gestão à vista permite a visualização da circunstância do processo, atividade em andamento, principalmente por parte dos operadores que trabalham diretamente no ambiente e aos demais colaboradores da empresa, permitindo a eles o acompanhamento da produção e assim uma possível tomada de decisão visando uma melhoria no processo (LINS e HOLANDA, 2011).

2.1.4.8 Mapa do Fluxo de valor (MFV)

O Mapa do Fluxo de Valor (MFV) é uma das ferramentas essenciais na Manufatura Enxuta, ele define o fluxo de valor com um conjunto de etapas necessárias para transformar a matéria-prima ou informações no produto final até a entrega para o cliente, destacando o fluxo de valor como o conjunto de todas as etapas, atividades que agregam e não agregam valor para o cliente.

Segundo Verma et al. (2009), o mapa de fluxo de valor pode ser aplicado a qualquer processo, ele trabalha em duas grandes esferas simultaneamente, a do fluxo de informações e a do fluxo de materiais, entendendo o funcionamento da programação de produção, desde a entrada de pedidos realizado pelo cliente, o relacionamento com os fornecedores e as futuras previsões de demanda.

Para Abdulmalek e Rajgopal (2007), o mapeamento auxilia na identificação de atividade que não agregam valor para o cliente e a possível eliminação delas, orientando as tomadas de decisão e formando pontos de melhoria que serão tratados por meio de indicadores de desempenho, sustentando a melhoria contínua.

Para a realização do mapeamento de fluxo de valor Rother e Shook (1999) descrevem os passos a serem seguidos:

- **Família de produtos:**

Deve-se focar em uma família de produtos, um grupo de produtos que se utiliza de recursos comuns;

- **Mapa do estado atual:**

Para construir o mapa do estado atual, é necessário realizar a coleta de dados no chão de fábrica, identificar as etapas do processo e buscar o maior número de informações sobre o andamento do processo.

- **Mapa do estado futuro:**

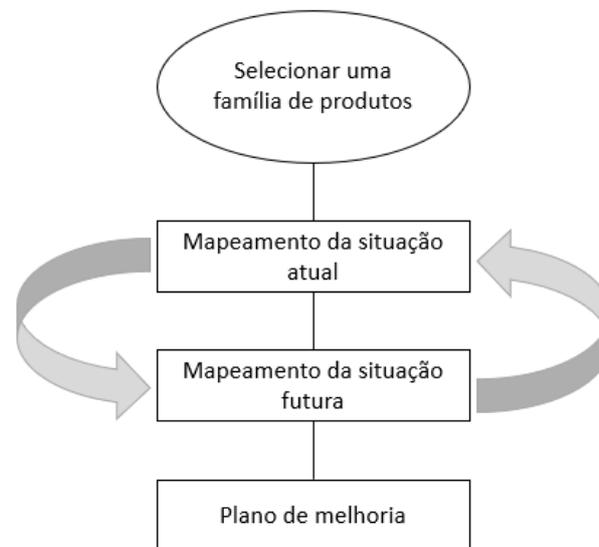
Após construir o mapa do estado atual e estudar, é necessário realizar as alterações de como o processo, o fluxo de informações e o fluxo de materiais deve ocorrer. Durante a criação do mapa do estado futuro muitas vezes aparecerá mais informações que devem ser levantadas que não foram percebidas no início do mapeamento.

- **Plano de implementação:**

É o plano de ação final com todas as ações levantadas durante o estudo, com responsável, métodos e prazos, no plano estão as ações que devem ser tomadas para sair do estado atual para o estado futuro e assim atingir os objetivos e resultados da empresa.

A seguir uma figura representando o esquema para a realização do mapeamento de fluxo de valor, figura 5.

Figura 5 – Etapas MFV



Fonte: Rother e Shook (1999)

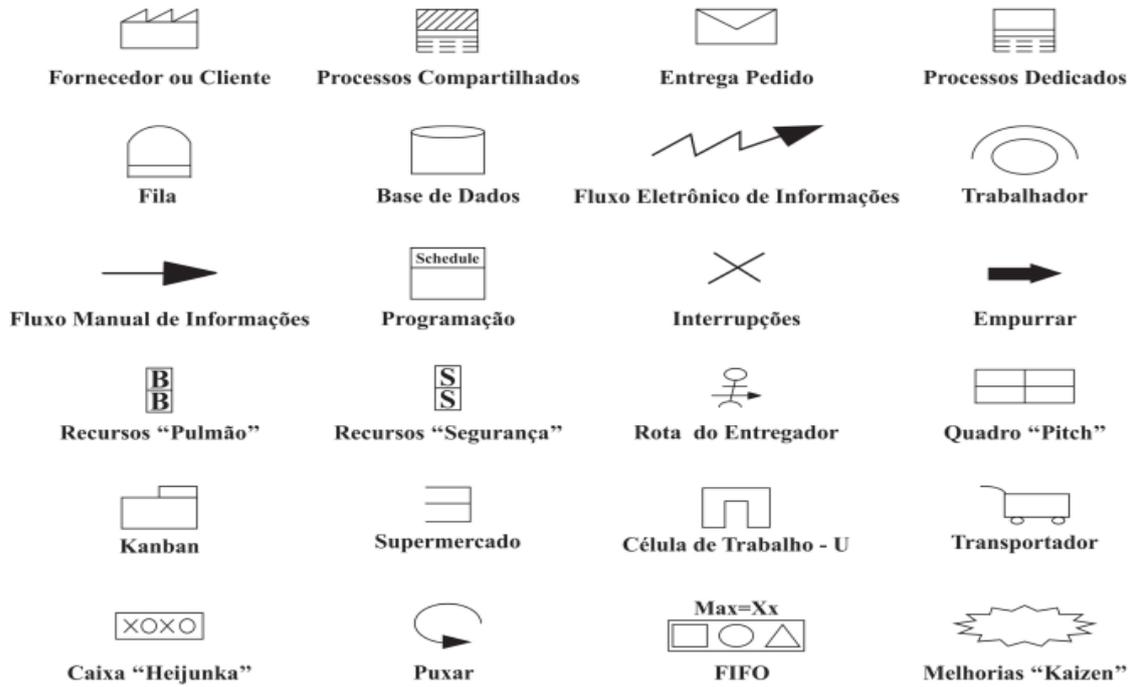
Para Rother e Shook (1999), ao iniciar o mapa do estado atual é necessário ter as informações essenciais definidas na hora de coletar os dados no chão de fábrica, chamadas de métricas Lean, são elas:

- **Tempo de processamento:** Tempo necessário para executar a tarefa, o tempo utilizado para a produção;
- **Tempo de ciclo:** É a frequência para se produzir uma peça em um processo;
- **Tempo de *setup*:** Tempo de parada entre as mudanças de produto no processo;
- ***Lead Time*:** Definido como o tempo que a peça leva para percorrer todo o processo, desde o início até o final;
- ***Takt Time*:** Velocidade em que se deve produzir cada peça de um determinado produto baseado na demanda;
- **Tempo de agregação de valor:** Tempo em processamento no qual o cliente atribui valor e está realmente disposto a pagar.

Com as informações necessárias definidas e ao realizar o MFV do estado atual, inicia-se a identificação dos gargalos do processo, os tempos desnecessários e as atividades que não agregam valor para o cliente, assim, encontramos pontos principais que serão os pontos de melhoria.

A seguir os ícones necessários para se realizar o MFV na figura 6.

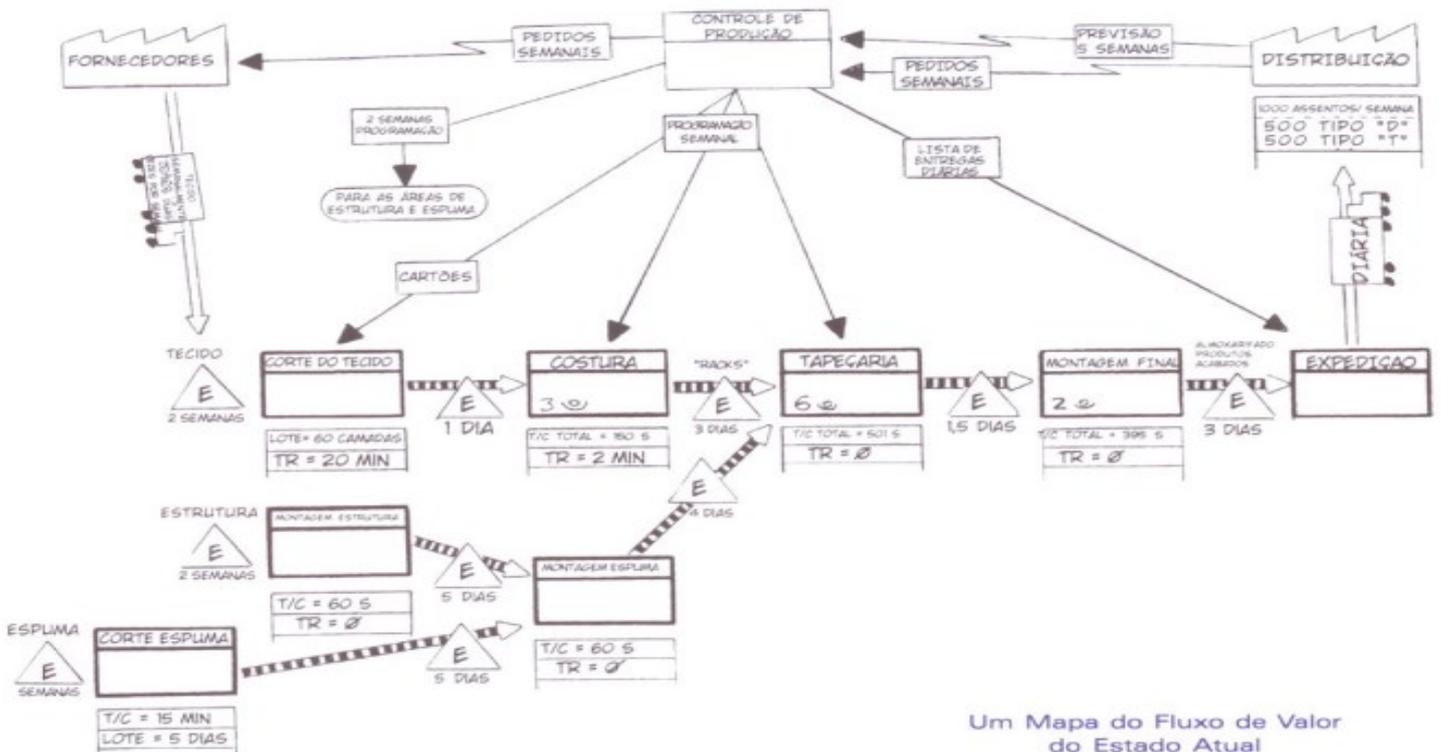
Figura 6 – Ícones do MFV



Fonte: Rother e Shook (1999)

Segue na figura 7, o exemplo do mapa do fluxo de valor segundo Rother e Shook (1999).

Figura 7 – Um exemplo do MFV Atual



Um Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual

Fonte: Rother e Shook (1999).

O mapa de fluxo de valor é utilizado como ferramenta principal para identificar as oportunidades de melhorias (NALLUSAMY, 2016). O mapa de fluxo de valor atual é representado em uma única página, ele documenta todos os processos no estado atual, depois de analisado o mapa de estado atual, são identificadas suas fontes de desperdícios, assim, o processo de construção do mapa de estado futuro é iniciado (ATIEH, KAYLANI, ALMUHTADY, & TAMINI, 2016).

Oliveira, Corrêa e Nunes (2013), utilizaram a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor, apresentando o estado atual e futuro do processo, com o objetivo de apontar os desperdícios encontrados na produção, a fim de quantificar possíveis melhorias e modificações, assim, identificaram os pontos de melhoria e analisaram com a finalidade de auxiliar na tomada de decisão.

2.2 A indústria de fertilizantes

Os fertilizantes são essenciais para as plantas, são compostos que aumentam a disponibilidade de nutrientes indispensáveis, ele tem o objetivo de suprir a demanda nutricional das culturas agrícolas (ALBERTO, 2017). De acordo com a legislação brasileira (Decreto Nº 4.954, 2004), fertilizantes são substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas e fornecedores de um ou mais nutrientes para as plantas. Cada cultura de plantio necessita de quantidades determinadas de nutrientes, após a colheita o solo diminui sua reserva de nutrientes por causa da absorção da planta, nesta etapa ocorre o desgaste do solo, assim, os fertilizantes têm o objetivo de repor os elementos tirados do solo, para suprir a necessidade e ampliar o potencial produtivo, eles aumentam a produtividade agrícola, portanto, afirma Dias e Fernandes (2006), fertilizante é um dos principais insumos agrícolas, contribuem na reposição dos elementos que são retirados do solo com o objetivo de aumentar sua fertilidade.

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2004), descreve e diferencia vários tipos de fertilizantes, corretivos e inoculantes, conforme descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos diferentes tipos de fertilizantes, descritos pela legislação brasileira.

Denominações	Descrição
Fertilizante mineral	Produto de natureza fundamentalmente mineral, natural ou sintético, obtido por processo físico químico ou físico-químico, fornecedor de um ou mais nutrientes de plantas
Fertilizante orgânico	Produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais
Fertilizante mononutriente	Produto que contém um só dos macronutrientes primários
Fertilizante binário	Produto que contém dois macronutrientes primários
Fertilizante ternário	Produto que contém os três macronutrientes primários
Fertilizante com outros macronutrientes	Produto que contém os macronutrientes secundários, isoladamente ou em misturas destes, ou ainda com outros nutrientes
Fertilizante com micronutrientes	Produto que contém micronutrientes, isoladamente ou em misturas destes, ou com outros nutrientes
Fertilizante mineral simples	Produto formado, fundamentalmente, por um composto químico, contendo um ou mais nutrientes de plantas
Fertilizante mineral misto	Produto resultante da mistura física de dois ou mais fertilizantes minerais
Fertilizante mineral complexo	Produto formado de dois ou mais compostos químicos, resultante da reação química de seus componentes, contendo dois ou mais nutrientes
Fertilizante orgânico simples	Produto natural de origem vegetal ou animal, contendo um ou mais nutrientes de plantas
Fertilizante orgânico misto	Produto de natureza orgânica, resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples, contendo um ou mais nutrientes de plantas
Fertilizante orgânico composto	Produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas

Fonte: Adaptado de Brasil (2004).

Para Lapido, Melamed e Figueiredo Neto (2009), fertilizantes minerais possuem a composição com macronutrientes primários, macronutrientes secundários e micronutrientes.

- Macronutrientes Primários: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), expressos na forma de Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P₂O₅) e Óxido de Potássio (K₂O);

- Macronutrientes Secundários: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), podem ser expressos na forma de Óxido de Cálcio (CaO) e Óxido de Magnésio (MgO);
- Micronutrientes Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn), Cobalto (Co), Silício (Si) e outros elementos que a pesquisa científica vier a definir, expresso nas suas formas elementares.

Segundo Duft (2014), fertilizantes NPK são adubos mistos formulados utilizando doses diferentes dos macronutrientes primários.

O Fertilizante quanto a sua forma física, podem ser distribuídos em pó, farelado, granulado e líquido, a forma física do fertilizante se dá pela forma que vai aplicar o mesmo, podendo ser aplicado nas formas de via foliar, via solo, via fertirrigação, via hidroponia e via semente.

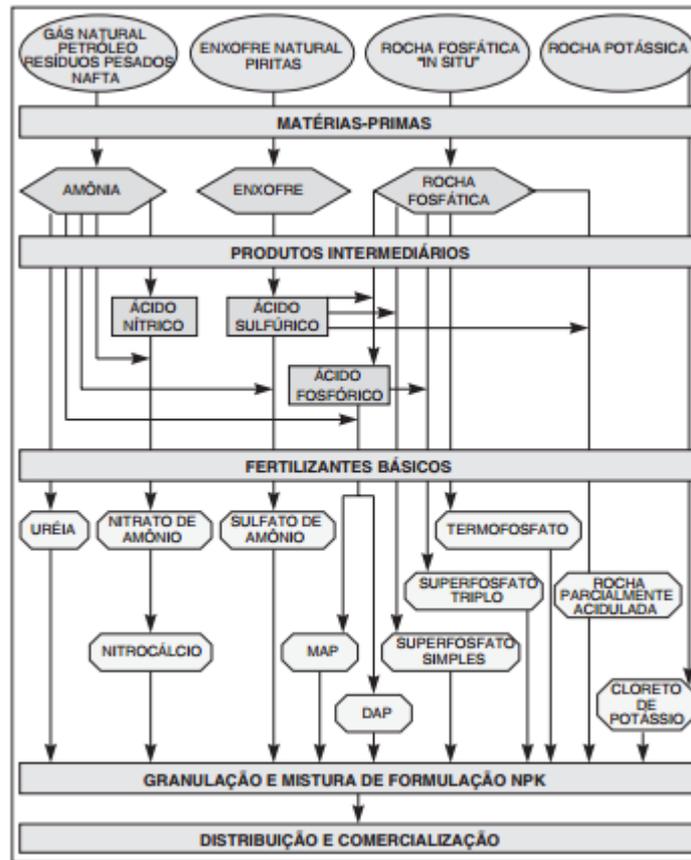
2.2.1 Produção de Fertilizantes

Os macronutrientes primários são os mais importantes para a indústria de fertilizantes e para o produtor rural. Os outros elementos como os macronutrientes secundários e os micronutrientes, apesar de serem fundamentais em termos técnicos, não possuem valorização comercial expressiva, por ser tratados em baixa quantidade quando comparado com os macronutrientes primários (Dias; Fernandes, 2006).

Para Costa e Silva (2012), os responsáveis pela extração e fornecimento dos recursos naturais básicos para a produção de fertilizantes é o setor mineral, com eles incluem o petróleo, gás natural, nafta, enxofre e as rochas fosfática e potássica. Na indústria de químicos inorgânicos, acontece a fabricação das matérias primas e dos produtos intermediários como, a amônia, os ácidos nítrico, fosfórico e sulfídrico. Na indústria de fertilizantes o recebimento é dos fertilizantes básicos, como: Nitrato de amônio; Nitrocálcio; Ureia; Fosfato de monoamônio (MAP); Fosfato de diamônio (DAP); Superfosfato simples (SSP); Superfosfato triplo (TSP) e o Cloreto de potássio. Com a matéria prima recebida se dá a produção dos formulados, por meio dos processos de granulação e mistura, originando os fertilizantes finais que serão comercializados e distribuídos para a utilização agrícola.

Na figura 8, pode-se ver uma representação esquematizada da cadeia produtiva dos fertilizantes minerais, desde a extração da matéria prima até o agricultor.

Figura 8 – Cadeia Produtiva dos Fertilizantes.



Fonte: Petrofértil/Coppe (1992)

O processo produtivo da fábrica de fertilizante pode ser de diferentes tipos dependendo qual fertilizante se vai produzir. Para a fabricação de fertilizante misto granulado o processo é simples, se inicia com a chegada da matéria prima nas moegas de descarga, essa matéria prima já sendo o fertilizante só que são os fertilizantes simples, possuindo apenas um elemento dos macronutrientes primários o N P K, após a descarga a matéria prima é armazenada em silos perto dos misturadores, para se iniciar a formulação o líder de produção com a ordem em mão da início a dosagem para realizar a mistura, o operador da pá carregadeira faz a movimentação da matéria prima dos silos para as moegas do misturador, por último passando pelo processo de mistura o fertilizante sai formulado para ser ensacado nas embalagens de 1000kg ou de 50kg.

2.3 Fábrica de Fertilizantes

O Brasil é um importante produtor e exportador de produtos agrícolas e também um dos principais países consumidores deste insumo. De acordo com a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), o Brasil possui quatro estados grandemente produtores dos

fertilizantes, são eles, Mato Grosso, Paraná, São Paulo e Goiás, representando cerca de 10,7 milhões de toneladas total, no período entre 2019 e 2020.

O fertilizante é um fator essencial para produtividade no mercado primário brasileiro, esse tipo de negócio vem crescendo e se expandindo, assim exigindo cada vez mais de técnicas e tecnologias para tornar o negócio competitivo.

As fábricas de mistura e ensaque de fertilizantes possuem suas particularidades, existem diversos tipos de maquinários com a função de misturar e ensacar os fertilizantes, a diferença entre os maquinários pode ser notada no grau de automação do processo, podendo também ser fluxo contínuo ou não contínuo. O processo da maioria das fábricas de fertilizantes é da mesma forma, resumidamente, a matéria prima já armazenada é retirada com a pá carregadeira e inserida nas moegas, após inseridas elas são misturadas e encaminhada para o elevador de caneca, do elevador a mistura segue para uma caixa e uma peneira. Já nas caixas uma bica faz a separação para envase de Sacarias ou Big Bags, conforme a produção o produto misturado é ensacado, já como produto acabado vai diretamente para os caminhões pelas esteiras, o produto não é armazenado na fábrica, os caminhões já devem estar preparados para o carregamento e por fim seguir viagem até as lojas de revenda ou para o cliente final. Dessa forma, a produção acontece apenas com a venda do produto e com a ordem de produção em mãos.

Durante o processo de produção de fertilizantes, são identificadas perdas de produtos devido a todo processo de mistura e ensaque ser em grande quantidade. A produção acontece com a mistura de diferentes tipos de matéria prima, a mesma coletada nos silos e transportadas até os misturadores, onde acontece perdas do produto ou até mesmo quebra por movimentação. O material que é perdido durante o processo é recolhido durante a limpeza e organização da fábrica, assim, ele vai virar varredura e por final ser vendido, sendo reaproveitado.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Segundo Marconi e Lakatos (2010), pesquisa é um procedimento formal, constitui-se de uma alternativa para conhecer a realidade ou encontrar respostas com base em métodos reflexivos e propõe tratamento científico.

O planejamento se efetiva com a preparação do projeto de pesquisa, o mesmo necessita de todos os detalhes da pesquisa, apresentar a justificativa para sua elaboração, especificar quais são seus objetivos, descrever a modalidade de pesquisa e os mecanismos de coleta e análise de dados, apresentar um cronograma do desenvolvimento de pesquisa, determinando quais recursos que serão utilizados, sendo eles humanos, financeiros ou materiais (GIL, 2010).

De acordo com Kauark, Manhães e Medeiros (2010), para classificar a pesquisa podemos analisar ela quanto a sua natureza, ao seu objetivo, sua forma de abordagem e em relação aos procedimentos utilizados. Segundo Trujillo Ferrari (1982), a pesquisa tem duas finalidades e são mais amplas do que a simples busca por uma resposta, essas finalidades são: vinculadas ao enriquecimento teórico das ciências; e relacionadas com o valor prático ou pragmático.

A pesquisa deste trabalho é de natureza científica aplicada, tem como propósito obter soluções aos problemas humanos encontrados, e assim, entender a forma de lidar com um problema. Para Trujillo Ferrari (1982), a pesquisa vai ajudar teoricamente com novos fatos e contribuir para o planejamento de novas pesquisas ou apenas para estudo e compreensão teórica de certos setores do conhecimento. Quanto a sua abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa e qualitativa, para Turrioni e Mello (2012), a pesquisa quantitativa requer o uso de métodos estatísticos para classificar e analisar as informações. Silva e Menezes (2000), consideram que a pesquisa qualitativa tem uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, um vínculo pertencente entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser descrita ou analisada em números e sim na forma descritiva.

O presente estudo se enquadra como uma pesquisa descritiva, procura conhecer a realidade estudada, suas características e seus problemas. Pretende entender os eventos da realidade e os fatos com exatidão, utilizando dados reais, a observação, o registro e a relação de variáveis (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007). Quanto ao procedimento, a pesquisa se caracteriza como estudo de caso, Yin (2001) define o estudo de caso como uma análise prática que investiga um fenômeno novo dentro de seu contexto de realidade, especialmente quando o fenômeno e o contexto não estão definidos de forma clara.

3.2 Técnicas de coleta de dados

O estudo de caso foi realizado em uma fábrica de fertilizantes. De acordo com a metodologia de Cervo, Bervian e Silva (2007), neste trabalho em questão foram utilizadas as seguintes técnicas de coleta de dados: observação direta, com o intuito de acompanhar e registrar os dados; entrevistas informais, por meio de um roteiro para o tema em estudo; e análise de documentos da empresa.

3.3 Técnicas de análise de dados

No estudo de caso em questão foi utilizado a técnica de análise de dados Mapa do Fluxo de Valor, o principal objetivo da ferramenta é visualizar, com a representação visual, toda a cadeia de valor que o produto ou serviço passa, assim enxergar claramente os fluxos e os desperdícios. Para Marodin e Saurin (2013), o MFV é uma das técnicas mais utilizadas para a implementação do *Lean Manufacturing*, tem as intenções de aumentar a produtividade e redução do *lead time*.

3.4 Procedimentos metodológicos - Etapas

O MFV é prático e útil, quando desenvolvido ele cria um “mapa visual” de todas as etapas do processo envolvido no fluxo de informações e materiais na cadeia de valor do produto ou serviço, esse mapa visual abrange um estado do estado atual e um desenho do estado futuro, além de um plano de implementação e por último um plano de ação com as melhorias levantadas (KRAJEWSKI et al, 2009).

Portanto, como já citado na figura 5, o estudo é baseado nas etapas descritas por Rother e Shook (1999), estas serão:

- Escolha da família de produtos e levantamento de dados;
- Após a coleta de dados por meio de observações e entrevistas, iniciou mapeamento de fluxo atual da empresa;
- Assim, desenvolver o mapeamento de fluxo do estado futuro, com as possíveis melhorias já destacadas;
- Por último, é elaborado o plano de implementação com as ações para alcançar o plano futuro.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da empresa

Esta pesquisa foi realizada em uma Fábrica de Fertilizantes de médio porte, a empresa começou a atuar no estado de Goiás desde 1978, inicialmente entrou no mercado apenas com uma loja de produtos agropecuários, hoje em dia ela possui 5 unidades fabris no total, sendo as 5 fábricas de fertilizantes, e algumas lojas espalhadas em pontos estratégicos nos estados de Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal.

O estudo foi realizado em uma das fábricas de fertilizantes, a fábrica conta com três misturadores de matérias-primas, cada misturador possui 4 ensacadeiras, portanto totalizando em 12 ensacadeiras específicas para sacaria, além delas a fábrica possui 2 ensacadeiras de Big Bag por misturador, totalizando em 6 ensacadeiras de Big Bag, durante o processo produtivo e de acordo com o plano de trabalho é decidido qual produção vai ser realizada, podendo ser de big bag ou de ensacados. A capacidade de produção anual da fábrica é de 350.000 toneladas, sendo sua capacidade diária de 1.700 toneladas, já para o armazenamento de matéria prima, a fábrica possui um galpão com 21 boxes de armazenagem, esses com capacidade de 31.000 toneladas, além de silos infláveis de armazenagem com capacidade de 94.000 toneladas.

A empresa em questão possui 130 funcionários de fábrica sem contar os funcionários do setor administrativo, sendo que no processo produtivo no primeiro turno participam 36 colaboradores para os três misturadores, cada colaborador com sua função específica, a equipe é composta por 1 encarregado / líder de produção, 1 operador de pá carregadeira, 1 dosador, 1 etiquetador, 1 responsável pelo controle de qualidade, 2 operadores para as ensacadeiras e 4 movimentadores de carga, esses responsáveis para carregar o caminhão.

4.2 Mapeamento da realidade empresarial

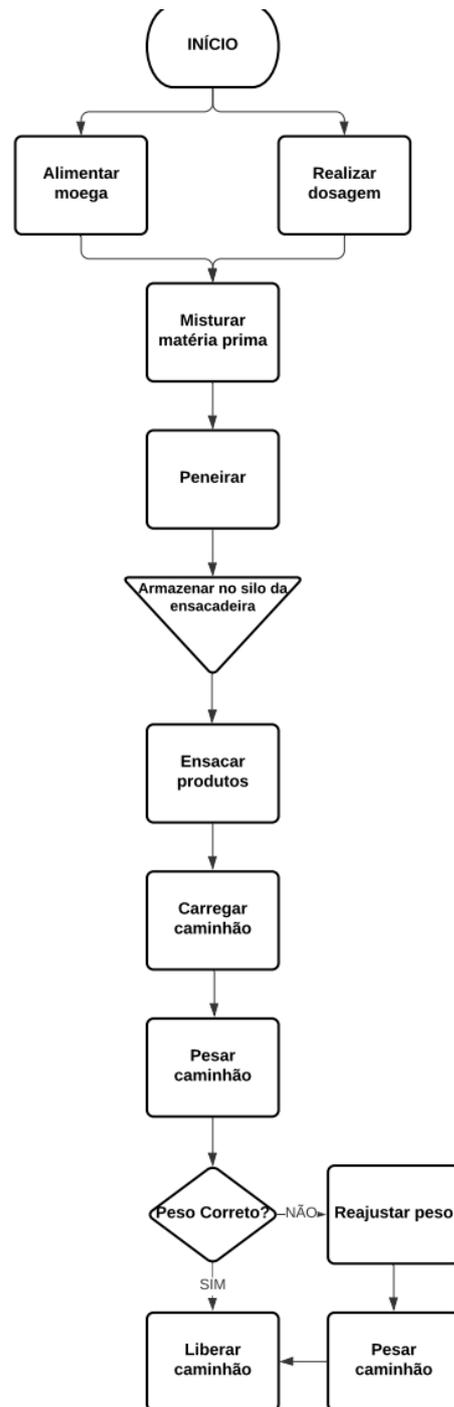
A produção na fábrica se inicia com o desenvolvimento manual do plano de trabalho que é realizado diariamente, as informações contidas no plano determinam as atividades de cada misturador, é programado a quantidade de fertilizantes a ser produzido por misturador e a quantidade total que será realizada, em conjunto vem elaborado de qual silo serão retiradas as matérias primas (MP) para assim se iniciar a produção do dia. Para a rotina da fábrica é fundamental a boa comunicação entre a balança, a fábrica, a produção e os vendedores, no que se refere a produção da fábrica, é essencial esse fator pois todos os setores tem que estar

alinhados para atender os caminhões que irão carregar ou descarregar e qual o horário de chegada e saída dos caminhões, assim, o cliente tem a previsão em mãos da chegada do produto à propriedade e se planejar para o descarregamento e aplicação do fertilizante em sua plantação.

O processo da fábrica estudada se inicia no recebimento de MP, os caminhões já programados chegam com as MP no pátio da empresa, ao longo da produção do dia os caminhões vão entrando na fábrica passando pela pesagem na balança, eles são direcionados para a descarga, e existem duas formas de recebimento na fábrica, uma é na descarga aérea, nessa forma o produto é descarregado para uma esteira que leva diretamente a um dos 21 silos, os silos são escolhidos conforme a coordenação de fábrica determinar a melhor posição para a MP específica. Já a outra forma de recebimento é realizada nos galpões infláveis, estes localizados ao redor da fábrica, o caminhão é direcionado da balança para o inflável específico e assim realizar a descarga com a pá carregadeira ou com o próprio suporte (elevador) do caminhão. Após o plano de trabalho montado e as produções diárias de cada misturador estabelecidas, se inicia a etapa de mistura, o encarregado responsável pelo misturador delega ao operador de pá carregadeira qual o produto e silo que ele vai coletar a MP, com a matéria-prima na concha da pá carregadeira, ela é transportada até a moega e inserida em umas das seis moegas do misturador, isso se repete para uma ou mais matérias-primas, simultaneamente o processo de dosagem é realizado, nesse processo o dosador fica responsável por calcular e configurar o equipamento com a frequência de saída de cada moega, esse processo é responsável pelo volume correto total e pela mistura homogênea das MPs, após coletados e inseridos todos os produtos nas moegas e realizado a dosagem, a mistura das MPs se inicia, durante a mistura o produto misturado segue para um elevador e é despejado em uma caixa passando antes por uma peneira, caso necessite o operador de pá carregadeira pode inserir MP nas moegas ao decorrer da produção. O produto pode ser ensacado em sacarias ou big bags, o líder de produção notifica qual vai ser a embalagem a ser usada e assim no processo o produto é separado pela bica separadora, o produto é despejado em silos de armazenagem pronto para serem ensacado, e por último, se a embalagem for sacaria de 50kg o produto é transportado pelas esteiras para o caminhão e os movimentadores de carga organizam e carregam o caminhão, caso o produto ensacado for em big bag o processo é diferente, do silo e das balanças o produto é ensacado diretamente nos big bags dentro do caminhão e os movimentadores de carga organizam os big bags no caminhão.

Para uma melhor visualização, segue na figura 9 o fluxograma do processo de produção.

Figura 9 – Fluxograma do processo de produção



Fonte: Próprio autor (2022).

Por meio de observações no processo produtivo, entrevistas com a coordenação de fábrica e a falta de indicadores para acompanhar e parametrizar a produção e o processo produtivo, identificou a necessidade de análise de perdas e desperdícios no processo todo. Importante destacar o desperdício de material em espera, durante a produção no misturador foi

observado uma espera desnecessária dos operadores durante o momento de alimentar as moegas, ou seja, um lote fica à espera do processo anterior, e essa espera gerando gargalos de produção.

Outro desperdício identificado é o de processamento, os equipamentos de mistura de fertilizantes geram muitas paradas não planejadas, como, uma ensacadeira parar devido a entupimento ou falha de máquina.

Ao final da produção foi observado também o desperdício de produtos defeituosos, o caminhão após ser carregado ele é direcionado para balança e assim confirmar o peso do mesmo, ao longo da observação foi identificado grande variação no peso do caminhão e o mesmo voltando ao misturador para regular a pesagem, gerando retrabalho pois os operadores vão ter que adicionar mais produto ou retirar produto do caminhão, assim temos uma baixa confiabilidade no maquinário de pesagem do produto antes de ensacar.

4.3 Mapa atual do fluxo de valor

Desenhado o fluxograma com as etapas do processo, vamos detalhar cada etapa junto aos dados utilizados para cálculo e elaboração do Mapa do fluxo de valor atual (MFV).

A empresa de fertilizantes tem uma produção sazonal, isso devido ao mercado de fertilizantes ter épocas de maiores produções, chamadas de safra e safrinha, levando em conta essa questão, todos os cálculos realizados nos tópicos seguintes relacionados ao turno de produção foram adotados o turno de alta demanda, sendo de 9 horas e 33 minutos ou 34380 segundos já descontando tempo de almoço e tempo de descanso.

Foi adotado para todos os tempos de ciclo (T/C) a unidade de 2,5 toneladas, o que representa o tempo para ensacar 50 sacos de 50 kg o mesmo que 2,5 toneladas, essa quantidade sendo a mesma que a concha da pá carregadeira consegue carregar para alimentar a moega do misturador, será representado nos cálculos como und. a unidade de 2,5 toneladas para 50 sacos.

Para a frequência de compra da matéria prima e por meio de entrevistas foi direcionado à seguinte conclusão, a compra de matéria prima pela empresa é realizado por meio de estratégias do mercado internacional, como toda matéria prima que se compra para se misturar e fornecer o fertilizante misto vem dos países europeus o processo de compra é relativo e sensível, podendo possuir “N” fatores que vão interferir no preço, tempo de chegada e qualidade do produto, assim como a força da economia e da importação é maior que o poder de decisão da empresa não foi identificado uma maneira de estudar e fazer uma gestão relacionado a compra e frequência de chegada da matéria prima para a empresa.

Segue abaixo os cálculos utilizados no MFV relacionado ao boxe de informação no desenho da Figura 9, Rother & Shook (2003) indicam alguns dados essenciais para começar o MFV, como: tempo de ciclo (T/C), Tempo de troca ou setup (T/R), disponibilidade real da máquina, TPT (tamanho dos lotes de produção), número de operadores, número de variações do produto, tamanho da embalagem, tempo de trabalho e taxa de refugo. Neste estudo utilizou-se os seguintes tempos, o T/C, T/R e a Disponibilidade real da máquina.

4.3.1 Alimentar Moega

Para se iniciar a produção, é necessário abastecer todas as moegas (silos) do misturador com as matérias primas que serão utilizadas para realizar a mistura.

O processo de alimentar a moega é realizado por uma pá carregadeira e um operador de pá carregadeira, com o plano de produção em mãos o encarregado do misturador e da produção da a ordem para o operador da pá coletar as matérias primas que serão utilizadas. Todo o processo de movimentação da pá buscar a matéria prima até inserir na moega leva um tempo estimado entre 40 segundos a 1 minuto e 30 segundos, esse intervalo é devido a localização dos Silos (boxes) de armazenagem de matéria prima.

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = \text{Tempo turno} - \text{Tempo almoço} - \text{Tempo descanso} \quad (1)$$

$$\text{Total disponível (s)} = 39600 - 4320 - 900 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 34380 - 0 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Total disponível}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{34380}{34380} = 100\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado e calculado por meio de 1 carregamento da pá carregadeira, a concha da máquina consegue carregar até 2,5 toneladas. Vamos usar esse valor como padrão para fazer os cálculos.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 90 \text{ s/und}$$

4.3.2 Dosar

O processo de dosagem é responsável por determinar a frequência de saída de matéria prima da moega para o misturador, essa etapa é crucial para o processo devido a ela determinar a quantidade de matéria prima que será misturada nas proporções corretas. Este processo e o cálculo é realizado pelo dosador e o encarregado da produção, junto a eles ficam 4 operadores. A coordenação de fábrica fica responsável por revisar a ficha de dosagem e entregar ao encarregado com as proporções de cada matéria prima que será utilizada. O processo se inicia, o encarregado faz o cálculo da frequência de cada matéria prima utilizando a ficha de dosagem, com um cronômetro na mão ele calcula a saída de uma matéria prima para uma sacaria em 10 segundos e por final pesa o saco com a MP, se o peso na balança for igual ou próximo ao peso que está na ficha de dosagem o encarregado passa para a outra MP, repetindo o mesmo procedimento para todas as matérias primas que serão utilizadas na mistura. Segue os cálculos dos tempos do processo.

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = \text{Tempo turno} - \text{Tempo almoço} - \text{Tempo descanso} \quad (1)$$

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = 39600 - 4320 - 900 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 34380 - 0 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Total disponível}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{34380}{34380} = 100\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representa o tempo de execução do processo para realizar a dosagem da produção total.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 600 \text{ s}$$

4.3.3 Misturar

Este processo é realizado pelo maquinário, já com as configurações de frequência realizada no processo de dosagem o misturador realiza o processo de misturar as matérias

primas, esse processo é contínuo, enquanto houver matéria prima nas moegas a produção não para. Como o misturador não possui tempo de setup pode-se existir a possibilidade de paradas não planejadas ao longo da produção, essas paradas podem variar de uma pequena e fácil de se resolver durando 30 minutos ou uma parada grande e difícil que pode durar até mais de 4 horas, dependendo especificamente de qual foi o problema identificado. Segue os cálculos realizados.

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = \text{Tempo turno} - \text{Tempo almoço} - \text{Tempo descanso} \quad (1)$$

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = 39600 - 4320 - 900 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 34380 - 0 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Total disponível}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{34380}{34380} = 100\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representa o tempo de execução do processo para misturar a unidade de medida de 2,5 toneladas.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 130 \text{ s/und}$$

4.3.4 Peneirar

O processo de peneirar é logo após o processo de misturar e antes de se ensacar o produto final. A peneira é responsável por separar os diferentes grânulos da mistura e reter possíveis grandes sujidades, esse processo não deixa que o produto ensacado esteja desuniforme, ou seja, com os grânulos muito maiores do que os garantidos.

A peneira pode gerar uma parada não planejada, isso ocorre devido à falta de limpeza ou parada programada. Acompanhando a produção, foi identificado que a peneira é um local crítico para o processo, se não for limpadado ou se limpadado de má forma, vão se acumular fertilizantes na saída para o ensaque e assim causar entupimento do processo. Como os fertilizantes podem reagir dependendo da matéria prima é necessária uma separação de MP e acompanhamento dos possíveis produtos que podem sofrer reações, essas reações podem

transformar o produto em pedra, causando empedramento (blocos) de fertilizantes. Segue abaixo os cálculos realizados.

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = \text{Tempo turno} - \text{Tempo almoço} - \text{Tempo descanso} \quad (1)$$

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = 39600 - 4320 - 900 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 34380 - 0 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Total disponível}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{34380}{34380} = 100\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representa o tempo de execução do processo para peneirar a unidade de medida de 2,5 toneladas.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 130 \text{ s/und.}$$

4.3.5 Ensacar

Nesse trabalho, foi utilizado para analisar o processo de ensacar os sacos de 50kg. Esse processo é feito pelas ensacadeiras pneumáticas, o misturador possui 4 ensacadeiras pneumáticas e 2 operadores para operar elas. O processo para ensacar 1 saco é rápido, já com todas as sacarias etiquetadas e postas ao lado do operador, ele insere a sacaria no bico da ensacadeira e aciona o ensacamento, o sistema da ensacadeira já é programado para ensacar sacos de 50kg, o ensaque de fertilizante é sobre a balança da ensacadeira, assim quando o sistema exibir no visor o peso de 50 kg o ensaque para e o saco cai sobre a esteira que leva o produto até o caminhão. Observando o processo podemos identificar que a ensacadeira pode não estar calibrada e assim ensacar o produto com subpeso ou sobrepeso, para isso é necessário ficar um operador do controle de qualidade entre as ensacadeiras acompanhando e observando as balanças, caso o peso no visor esteja a baixo ou a cima de 50 kg o operador do controle de qualidade notifica o operador de ensaque para ajuste no sistema. Mesmo com essa atividade sendo realizada, foi observado divergência em alguns sacos que saem para as lojas da empresa. O tempo cronometrado para o tempo de ciclo foi se adotando 2,5 toneladas para o peso padrão, sendo que cada saco pesa 50kg foram cronometrados o ensaque de 50 sacos.

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = \text{Tempo turno} - \text{Tempo almoço} - \text{Tempo descanso} \quad (1)$$

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = 39600 - 4320 - 900 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 34380 - 0 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Total disponível}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{34380}{34380} = 100\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representa o tempo de execução do processo para ensacar a unidade de medida de 2,5 toneladas.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 380 \text{ s/und}$$

4.3.6 Carregar Caminhão

Após o processo de ensaque gerando o produto final, o saco cai sobre a esteira que o leva para o caminhão, sobre o caminhão ficam 4 operadores que são os movimentadores de carga, eles são responsáveis por colocar e organizar os sacos na caçamba do caminhão. Para o cálculo do tempo de carregar o caminhão, foram adotados 50 sacos que representam 2,5 toneladas para o carregamento.

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = \text{Tempo turno} - \text{Tempo almoço} - \text{Tempo descanso} \quad (1)$$

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = 39600 - 4320 - 900 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 34380 - 0 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Total disponível}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{34380}{34380} = 100\%$$

O tempo de ciclo foi cronometrado em campo, representa o tempo de execução do processo para carregar o caminhão com a unidade de medida que utilizamos de 2,5 toneladas ou 50 sacos.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 170 \text{ s/und}$$

4.3.7 Pesar Caminhão

A última etapa do processo é pesar o caminhão e verificar se o peso total do caminhão está coerente com o volume total daquela produção. Caso o peso esteja divergente do que era para ser produzido, podendo estar pesando a mais ou a menos do peso correto, o caminhão volta para o misturador e assim acontece o retrabalho do caminhão pelos operadores, eles ajustam o peso e reenviam o mesmo para aferir novamente o peso total. Após a verificação do peso e se ele estiver correto, o caminhão é liberado para entregar ao cliente o produto final. O tempo foi cronometrado durante a movimentação do caminhão saindo do misturador até chegar à balança onde o operador de balança faz a aferição do peso no sistema e nele indica se o mesmo foi aceito ou recusado. Segue os cálculos.

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = \text{Tempo turno} - \text{Tempo almoço} - \text{Tempo descanso} \quad (1)$$

$$\text{Tempo Total disponível (s)} = 39600 - 4320 - 900 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - \text{Tempo de setup (s)} \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível (s)} = 34380 - 0 = 34380 \text{ s}$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Total disponível}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{34380}{34380} = 100\%$$

O tempo de ciclo para o processo de pesar o caminhão foi ao decorrer de 5 dias, em entrevista e observação das atividades do operador de balança foi cronometrado o tempo que o caminhão leva para sair do misturador após estar carregado e ser pesado na balança, em campo foi encontrado uma média de 5 minutos ou 300 segundos para esse processo.

$$\text{Tempo de ciclo (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \quad (4)$$

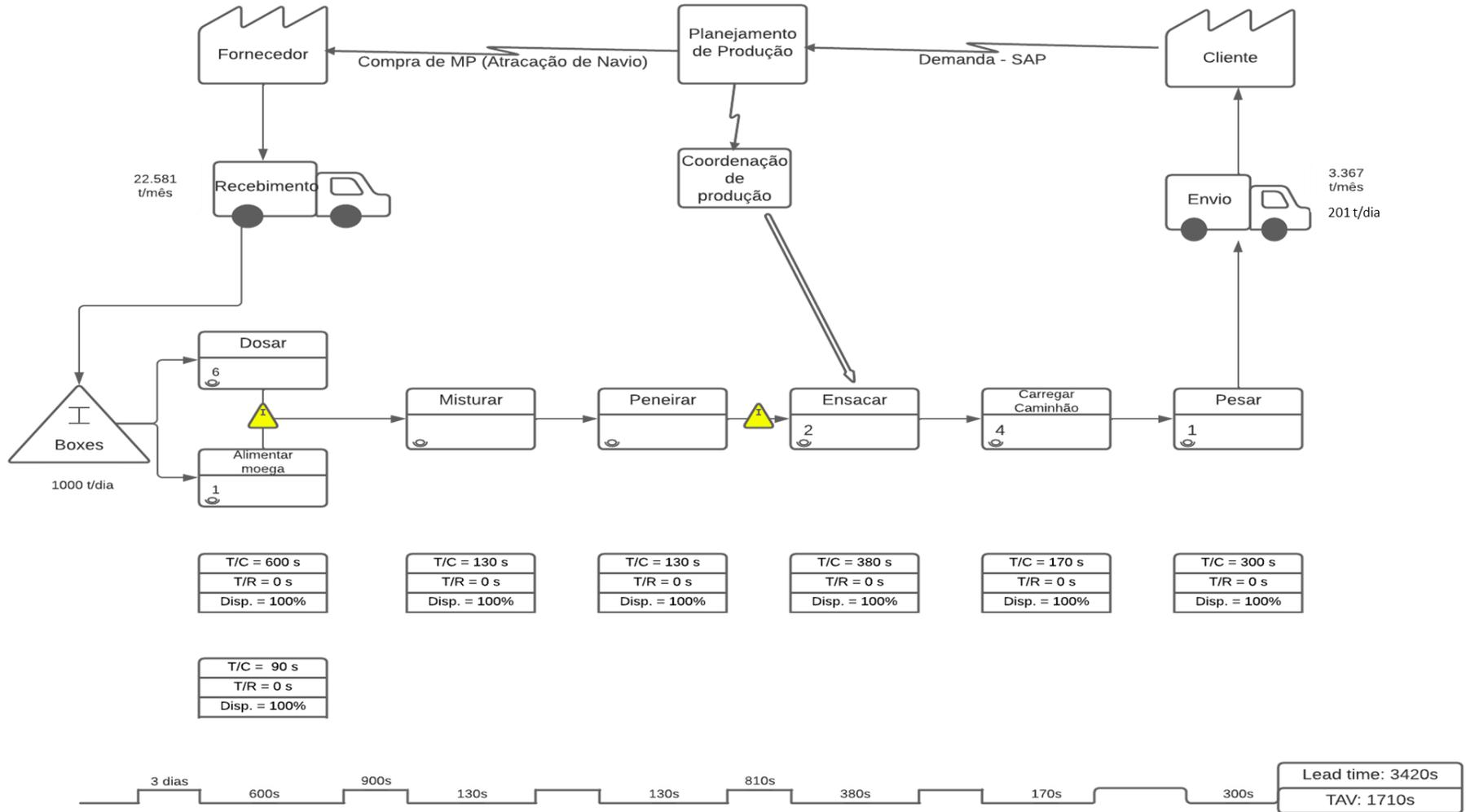
$$\text{Tempo de ciclo (s)} = 300 \text{ segundos.}$$

4.4 Desenho Mapa Atual do Fluxo de Valor

Detalhado as etapas do processo e evidenciado os cálculos, segue abaixo na Figura 10 o mapa de fluxo de valor atual do processo produtivo da empresa.

Nas caixas de informação, encontra-se: tempo de ciclo (T/C), tempo de setup (T/R) e disponibilidade (Disp.).

Figura 10 – Mapa atual do fluxo de valor



Fonte: Próprio autor (2022).

4.5 *Takt Time* e Análise do mapa

O *takt time* foi calculado utilizando a demanda média de 201 t/dia em 2021, esta demanda média foi levantada com o histórico de 2021 no misturador estudado e separando apenas a demanda de sacos de 50kg. Segue abaixo na Figura 11 o volume de produção por mês representando a demanda, como já comentado anteriormente, foi utilizado os meses de alta produção da empresa. O cálculo da média diária foi utilizando a média da demanda de produção mensal pela média de dias úteis (24 dias)

Figura 11 – Cálculo da demanda média para produção

Produção 2021 - Misturador 1 - Sacos 50kgs	
Mês	Volume
janeiro	5.638
fevereiro	4.704
março	4.448
abril	-
maio	-
junho	-
julho	-
agosto	-
setembro	-
outubro	4.666
novembro	5.729
dezembro	3.769
Média (Mês)	4.825
Média (Dia)	201,058

Fonte: Próprio autor (2022).

Foi utilizado o tempo disponível de 34380 segundos calculado nas etapas do processo. Segue a equação (1):

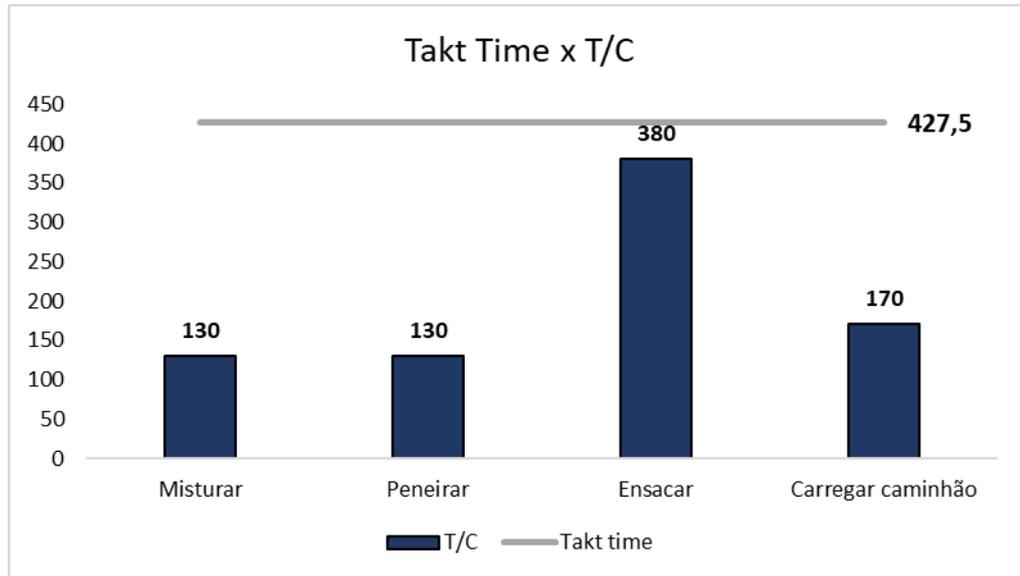
$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponível}{Demanda\ (unidade)} \quad (1)$$

$$Takt\ time = \frac{34380}{201} = 171s/und$$

O resultado encontrado para o *takt time* mostra que para atender a demanda do cliente dentro do tempo de trabalho disponível, a empresa precisa obter a cada 171 segundos 1 tonelada do produto, já que foi utilizado a unidade de 2,5 toneladas para calcular os T/C, foi necessário parametrizar o tempo *takt time* para a unidade, ou seja, o tempo para se produzir 2,5 toneladas é de 427,5 s/und. Com o *takt time* e os tempos de cada processo calculado foi criado a Figura 12 para levantar as informações relacionadas ao nivelamento da produção e assim estudar o

tempo das etapas do processo e o ritmo de produção necessária para se atender a unidade de medida que foi usada como padrão.

Figura 12 – Gráfico do *takt time* x tempo de ciclo



Fonte: Próprio autor (2022).

Por meio do MFV calculamos o *lead time* atual da empresa e o tempo de agregação de valor (TAV), que resultaram respectivamente em 3420 e 1710 segundos.

Ao analisar o gráfico *takt time* x T/C e o mapa do fluxo de valor atual, foi possível identificar a etapa de produção de ensacar com um tempo maior que as etapas anteriores de misturar e peneirar, o que leva a um acúmulo de WIP em espera para entrar para o processo seguintes, podendo gerar estoque na etapa entre peneirar e ensacar, o que significa desperdícios como de espera e estoque, esse estoque já informado no desenho do mapa de fluxo de valor atual. Foi identificado um gargalo na etapa de dosar, sendo a etapa do processo que tem o maior tempo comparado com as outras etapas, assim é necessário reduzir o T/C da etapa de dosar para possivelmente reduzir o *lead time*. Os desperdícios de espera, estoque e processamento impróprio foram identificados nas etapas de ensacar e dosar, e ao analisar a etapa de pesar foi identificado o desperdício de defeito e retrabalho, o processo causa não conformidades, pesos divergentes, levando ao retrabalho no processo de carregar o caminhão.

4.6 Análise e Proposta de melhoria

4.6.1. Estabilidade

A partir do estudo do MFV e do processo produtivo e ao relacionar com a base da casa do Sistema Toyota de Produção, a estabilidade, foi analisado o processo através dos 8

desperdícios do *Lean manufacturing* e os 4Ms, mão de obra, máquina, método e material que impactam na estabilidade da produção.

a) MO

- i) Desperdício de Espera e Estoque:** Após analisar o MFV e observar o processo produtivo, foi identificado o desperdício de espera no processo de ensacar o produto, devido a diferença de conhecimento dos operadores em operar a ensacadeira o processo pode gerar uma espera ao longo da produção. Caso um dos operadores seja mais ágil que o outro faz com que o processo anterior de peneirar e misturar seja pausado, parando o processo produtivo todo para não sobrecarregar os silos de armazenagem entre o processo de peneirar e ensacar, sendo identificado também o desperdício de estoque no mesmo processo e situação. Portanto, foi proposto à equipe aplicar treinamentos recorrentes e a criação de um procedimento de operação do processo de ensacar o produto. Um estudo completo para resolver os dois problemas foi utilizar o relatório A3 com as ferramentas necessárias como diagrama de Ishikawa, 5 porquês, planilha de trabalho padronizado e balanceamento de operadores (GBO) para identificar as causas e assim propor melhorias mais objetivas para resolver esse problema mais complexo.

b) Material

- i) Desperdício de Defeitos:** Ao longo do estudo foi identificado a complexidade de compra de material e as estratégias para acompanhar o mercado internacional, esta oscilação do mercado influencia no poder de compra da empresa podendo forçar a compras de MPs de baixa qualidade, como, desuniformidade dos grânulos da matéria prima e grande quantidade de pó, o ideal para produção de fertilizantes é uma mistura homogênea e com pouco pó, se o produto apresentar desuniformidade nos grânulos influenciará na qualidade do produto final, levando a estratégias da equipe de coordenação de produção para trabalhar com o produto de baixa qualidade e caso o produto vá para o cliente final com grande quantidade de pó irá gerar futuras reclamações. Portanto, foi proposto o desenvolvimento de um estudo por meio da solução de problemas com o relatório A3 e assim entender como tratar o problema e combater a causa raiz. Durante a produção observou-se perdas de sacarias, o etiquetador é responsável por etiquetar e movimentar as sacarias que serão utilizadas na produção, o mesmo chega a identificar possíveis sacarias com defeito e descarta-las, caso o

etiquetador não identifique sacarias avariadas elas vão para a produção e são utilizadas, podendo fazer com que não de a pressão da ensacadeira para envasar o produto ou até mesmo leva ao desperdício de produto no chão do misturador, como ganho rápido foi proposto a empresa criar um método de inspeção das sacarias, no momento que o etiquetador estiver etiquetando as embalagens ao mesmo tempo ele pode averiguar as condições da mesma, assim evitando ainda mais a chance de ir sacarias avariadas.

Por último, foi proposto a empresa um estudo por meio de gestão Lean de fornecedores, e garantir entregas mais frequentes, com pontualidade, um menor custo e a qualidade do produto assegurada, e foi aconselhado a empresa criar o padrão interno para análises e avaliação no recebimento, podendo ser de matéria prima e de embalagens.

c) Métodos

- i) **Desperdício de Defeitos e Espera:** Durante o trabalho e ao acompanhar o processo produtivo identificou-se a necessidade da padronização de processos e a práticas de manutenção. Os desperdícios de defeitos e espera estão ligados aos métodos, ao identificar que a empresa não possui procedimentos, que existe uma diferença de conhecimento entre operadores para realizar as atividades e também devido a rotatividade de funcionários, é necessária a padronização do processo, foi proposto a empresa iniciar com a criação de procedimento operacional padrão (POP), instruções de trabalho (IT) e norma operacional padrão (NOP). Já as práticas de manutenção se não bem gerenciadas geram paradas não planejadas acarretando em um desperdício de espera para a empresa, foi verificado que a empresa não possui acompanhamento dos equipamentos ou manutenções preventivas, é necessário manter as máquinas e equipamentos funcionando de acordo com suas especificações para oferecer uma vantagem de produção para a empresa, portanto foi proposto a empresa estudar e futuramente implementar a manutenção produtiva total (TPM) já que é um método complexo e necessita da implementação dos 8 pilares: manutenção autônoma, manutenção planejada, manutenção de qualidade, melhorias específicas, controle inicial, educação e treinamento, segurança, saúde e meio ambiente e por último o administrativo. Portanto, para ganhos rápidos a empresa deve trabalhar com as boas práticas de manutenção e submeter a área de manutenção a programas contínuos de melhorias.

d) Máquinas

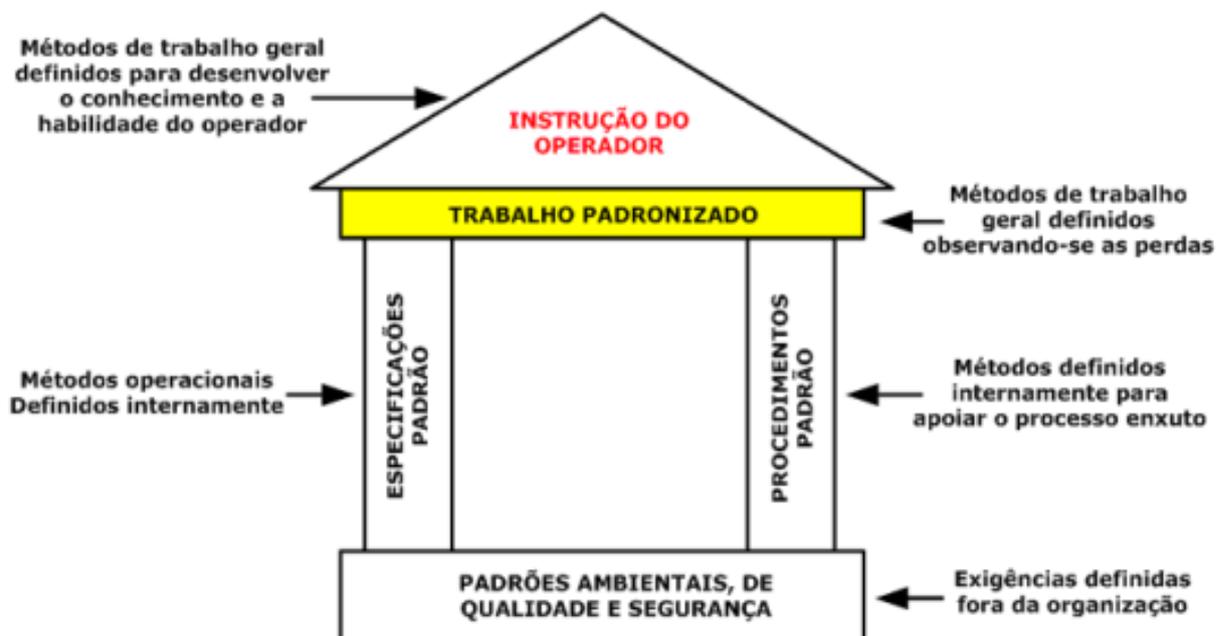
- i) Desperdício de Processamento Impróprio:** Ao observar a produção para o presente estudo, identificou-se um grande número de paradas não planejadas ao longo do processo produtivo que pode ser denominado como desperdício de processamento impróprio que leva a produção parar ou o processo ficar mais lento, essa parada podendo acontecer no processo de misturar e de ensacar o produto, a primeira parada no processo a de misturar pode levar a uma parada por dias no misturador já no processo de ensacar uma parada menor, levando-se a uma manutenção rápida de calibragem da ensacadeira ou célula de carga. Essas paradas estão relacionadas diretamente a falta de limpeza e manutenção frequente dos equipamentos. Foi observado que a falta de limpeza leva a acúmulos de matéria prima em certos locais do misturador, esses acúmulos de sujidades ficam presos e empedram dentro do equipamento e levam ao entupimento de certas saídas. O misturador não possui uma parada planejada preventiva, o que pode resultar a peças quebradas por serem antigas ou falta de manutenção / lubrificação. Foi proposto a empresa implementar o programa 5S nas fábricas para incentivar a limpeza e organização do ambiente, e como solução rápida foi desenvolvido um procedimento de acompanhamento do misturador e um checklist de limpeza e organização dele com os pontos críticos que levam a parada total da produção. E direcionado a equipe de manutenção foi proposto o desenvolvimento de um checklist de inspeção, lubrificação e manutenção programada para evitar possíveis paradas não planejadas. A proposta de implementar o TPM descrita no tópico acima dos métodos, vale para trabalhar os problemas deste tópico também, mas com uma visão diferente, voltada ao SMED ou troca rápida de ferramentas, essa ferramenta tem o objetivo de reduzir o tempo para execução da operação de setup e consequentemente reduzir as paradas não planejadas.

4.6.2. Padronização

É necessário um certo grau de estabilidade para se implementar e aperfeiçoar o trabalho padronizado, por isso a análise de padronização ser após a análise de estabilidade do processo produtivo.

Durante a análise do processo produtivo e ao acompanhar todo processo no chão de fábrica foi identificado a possibilidade de padronização do trabalho por meio de normas, procedimentos e instruções de trabalho. Utilizou-se o conceito de casa para mostrar a relação dos diferentes tipos de padrões e como eles sustentam o objetivo de trabalhar com o mínimo de perdas, o modelo de casa é proposto por Liker e Meier (2007), composto pela base que representa os padrões ambientais, de qualidade e de segurança, esses relacionados as exigências definidas fora da organização, agora os dois pilares da casa que são as especificações e procedimentos padrão esses responsáveis pelos métodos operacionais definidos internamente para apoiar o processo enxuto, a cima dos dois pilares tem o teto representado pelo trabalho padronizado e responsável pelo método de trabalho geral definido observando-se as perdas, por último vem o telhado que remete a instrução do operador relacionado aos métodos de trabalho definidos para desenvolver o conhecimento e habilidade do trabalhador. Segue abaixo na Figura 13 o modelo utilizado de casa para análise da padronização.

Figura 13 – Modelo de casa para os diferentes tipos de padrões



Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2007).

a) Padrões Ambientais, de Qualidade e de Segurança

- i) Ao estudar a empresa e seus processos, identificou-se a ausência de normas como a ISO 9000, ISO 9001, ISO 9004, ISO 14001 entre outras listadas na ABNT NBR. Como a empresa está com um plano de crescimento / expansão é vantajoso para ela trabalhar com as ISO's e assim alavancar esse progresso, principalmente a ISO 9000 e 14001 que tem seus objetivos focados no conhecimento da gestão de qualidade, na implementação do sistema de gestão de qualidade e no sistema de gestão ambiental, e assim essas normas podem garantir e trazer benefícios para a empresa como redução de custos, otimização de processos, melhorar o relacionamento com o cliente e fornecedores, além de trazer o reconhecimento nacional e internacional à qualidade do trabalho. Portanto, foi aconselhado a empresa buscar a certificação nas ISO's, podendo ser a ISO 9000 relacionada ao sistema de gestão de qualidade, a ISO 14000 responsável por garantir a implementação do sistema de gestão ambiental, ISO 45000 direcionada ao sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional, entre as outras que se adaptam a empresa.

b) Especificações e Procedimento Padrão

- i) As especificações padrão fornecem as especificações técnicas sobre a operação correta do equipamento e especificações de processos exigidas para a produção de um produto, assim é necessário desenvolver processos de verificação do equipamento para assegurar as condições corretas de operação e observando o processo foi identificado a ausência do acompanhamento / verificação dos equipamentos e dos processos o que pode desenvolver desperdícios como defeito e espera, respectivamente devido a paradas não planejadas do equipamento levando a desperdícios ou defeitos nos produtos.
O procedimento padrão através de um sistema visual também não foi identificado ao longo da área de trabalho, os procedimentos padrões podem ser necessários para mostrar visualmente regras e parâmetros por meio do cartão *Kanban*, exigências do 5S definidas, quadro de resultados de produção, entre outras, portanto foi proposto a empresa a criação de instruções de trabalho, documento de instrução dos operadores, sistema visual para expor os padrões, para assim garantir que o conhecimento de manuseio dos equipamentos / ferramentas / processo seja transmitido a todos.

c) Trabalho Padronizado

- i) Além das instruções de trabalho observou-se a necessidade de criação de procedimento operacional padrão (POP), esse mais completo com a visão da gestão do processo todo, sendo um roteiro com o objetivo da criação do POP e seu fluxograma explicitando o que precisa ser feito.

A padronização dos processos possibilita um nível de conhecimento nivelado da produção e de todas as etapas do processo, ao longo do estudo foi identificado uma diferença de conhecimento entre operadores, gerando situações que modificam o fluxo de produção como paradas não planejadas, travamento de etapas anteriores ou lerdeza no processo, acarretando em desperdícios como processamento impróprio, defeito e espera.

Foi proposto a empresa a criação de procedimento para as atividades existentes e para novas atividades que serão implementadas após o estudo realizado, como a criação de um procedimento explicando a rotina diária de limpeza e organização do misturador, problema levantado analisando o MFV devido à falta de limpeza nos locais com alto impacto no funcionamento da máquina, outra sugestão é a criação de um procedimento de calibração das ensacadeiras, padronizar como deve ser feito a calibração e a frequência de realização, assim obter ganhos relacionados ao problema de sacarias avariadas identificadas ao longo do estudo e durante análise das reclamações recebidas das lojas.

d) Instrução do Operador

- i) A instrução do operador são os documentos com as especificações técnicas sobre a operação correta dos equipamentos e certas especificações dos processos sobre a produção de um produto, possuem as especificações padrão envolvendo dimensões e tolerâncias, método de processamento, parâmetros de operação, sequência de operação e informações sobre ações corretivas. Portanto, a instrução do operador tem a responsabilidade de mostrar os métodos de trabalho definidos para desenvolver o conhecimento de habilidade do operador. Foi proposto a criação de instruções do operador para nivelamento do conhecimento, fornecer treinamentos frequentes e instrução no trabalho, assim desenvolver colaboradores altamente capacitados.

4.6.3. JIT

O *Just in Time* é um dos pilares da casa *Lean*, com esse pilar é possível se produzir na hora certa e no momento ideal em que o produto é requisitado. Esse conceito pode ser usado internamente com as etapas do processo produtivo ou externamente com a demanda dos clientes. Estudando o JIT, as etapas do processo e o MFV foi possível identificar etapas subsequentes com perdas. Conforme Bernardes e Marcondes (2006), o JIT prevê conforme a qualidade total um sistema de gestão de pessoas, garantindo a participação e comprometimento das pessoas na empresa e atividades, as metas colocadas pelo JIT são amplas e complexas, podendo ser desenvolvidas por meio do *Kaizen* e seu movimento de aperfeiçoamento, a melhoria contínua, essa metodologia engloba os seguintes aspectos: zero defeitos, tempo zero de preparação, estoques zero, movimentação zero, quebra zero, *lead time* zero e lote unitário.

a) Zero Defeitos

- i) Analisando-se o processo todo com uma visão de zero defeito um dos aspectos do JIT, encontrou-se defeitos na etapa de ensacar o produto, se a máquina não estiver devidamente calibrada, regulada, pode-se ensacar produtos na sacaria de 50kg com pesos diferentes e acompanhando as reclamações da fábrica, foi possível confirmar sacarias com o peso menor que o ideal de 50kg chegando a 43kg ou sacarias com o peso maior que o ideal, chegando a 53kg. Possivelmente essa diferença no peso pode impactar na etapa de pesar o caminhão, recusando o caminhão e gerando um retrabalho para consertar o peso bruto do caminhão. Portanto, foi proposto a empresa um estudo mais aprofundado e a viabilidade para se trabalhar com o TPM, para ganhos rápidos foi recomendando a criação de um plano de calibração das ensacadeiras e delegar a equipe de manutenção verificar semanalmente e realizar a calibração, outro ponto é trabalhar junto ao controle de qualidade a inspeção de mais sacos para verificar os pesos do produto acabado.

b) Tempo Zero de Preparação

- i) Ao analisar o MFV e as etapas do processo identificou-se, em certas ocasiões, o desperdício de espera entre as etapas de misturar / peneirar e a de ensacar. Durante o estudo no chão de fábrica foi observado que em certo momento o encarregado ou o dosador da produção é forçado a desligar o misturador, isso acontecesse devido a caixa de armazenagem depois da peneira, estar quase

cheia, sendo a próxima etapa a de ensacar responsável por esta situação, são cenários em que uma das ensacadeiras podem estar paradas / quebradas ou o operador da ensacadeira impedido de ensacar devido a algum fator externo, essas situações acarretam algumas vezes ao desligamento do misturador e assim a paradas não planejadas da produção. Portanto, foi proposto a empresa um estudo mais detalhado, por meio do *Kaizen*, utilizando o relatório A3.

c) Estoques Zero

- i) Ao analisar o processo produtivo, observou-se uma situação em que os operadores da ensacadeira ficam ociosos, esperando ter produto nas caixas de armazenagem para ensacar, esse problema pode ser causado devido à falta de MP nos processos anteriores ou na própria moega onde se mistura a MP, podendo ser causado pela não assertividade da quantidade de MP utilizada para produzir a mistura do produto final, este problema acarretando no nivelamento de produção, outro ponto que podemos observar impactando no nivelamento de produção são as paradas não planejadas. Portanto, foi proposto a empresa um estudo mais completo por meio do *Heijunka*, método que pode trabalhar o ritmo de produção, tempos de setups baixos e operações padronizadas e assim trabalhar o nivelamento de produção junto com o MFV construído.

d) Quebra Zero

- i) Ao analisar o MFV e após o estudo feito para construir o mesmo, foi identificado paradas não planejadas, já explicadas anteriormente, são as paradas que foram observadas na etapa de ensacar, e durante a produção, no misturador, na peneira, para isso é necessário trabalhar a manutenção produtiva total (TPM), preparar os equipamentos com padrões de limpeza, inspeção e lubrificação, obedecer as condições de uso do equipamento, seguindo os princípios do TPM e assim garantir que a operação não terá interrupção imprevista ao decorrer da produção, do dia.

e) Lead time zero

- i) Ao trabalhar com o sistema JIT e sua meta de zero *lead time*, identificou-se no MFV as etapas do processo que impactam no objetivo de reduzir o *lead time*, deve-se trabalhar e reduzir o tempo de processamento na etapa de dosagem que possui um dos maiores tempos no MFV, outro ponto é a etapa de ensacar, ela possui um tempo maior que o *takt time* o que gera uma espera nos processos anteriores, além das paradas não planejadas encontradas ao longo da produção, o que impacta diretamente no desperdício de espera do processo produtivo. Foi

proposto a empresa um estudo da viabilidade de implementar a manutenção produtiva total (TPM) e assim melhorar o *lead time*, reduzir as quebras, o rendimento das linhas de produção e proporcionar um melhor ambiente de trabalho.

4.6.4. Jidoka

Ao observar o processo produtivo ao longo do estudo e construir o MFV, foi analisado o processo pensando no conceito de *Jidoka* um dos pilares da casa *Lean*, que tem como propósito, reduzir defeito, aumentar a qualidade e produtividade dos equipamentos. *Jidoka* pode ser considerado a separação homem-máquina, responsável pela ferramenta que acopla dispositivos a máquinas e são capazes de detectar falhas, evitando a fabricação do produto defeituoso, conhecido como autonomia, ou seja, automação com toque humano, que auxilia na eliminação de superprodução, fazendo com que a máquina pare automaticamente, dando autonomia ao próprio operador para desempenhar a função de analisar o ocorrido (BRITO, 2008). Foram analisados os dois principais elementos do *Jidoka*, são eles:

a) Máquinas (Autonomia)

- i) Identificou-se que a etapa de dosagem demanda um tempo comparado com as outras etapas do processo, a dosagem é um processo que tem que ser realizado diariamente e dependendo da produção mais de uma vez ao dia, assim é perceptível o gargalo nessa etapa o que faz a produção demorar a iniciar e consequentemente perdendo um tempo de produção ao longo do dia. Foi proposto a empresa um estudo mais detalhado da automação da etapa de dosagem, tornando-a automática ou semiautomática, possibilitando o ganho dessa parada planejada necessária para realizar a dosagem e assim aumentando a produtividade do misturador.

b) Qualidade (*Poka-Yoke*)

- i) *Poka-Yoke* conhecido por ser um dispositivo à prova de falhas (erros), é um mecanismo de detecção de anormalidades que acoplado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade. Os dispositivos *poka-yoke* são o principal meio de operacionalizar o conceito *Jidoka* e o “zero defeitos” estudado no tópico do JIT. Foi proposto a empresa um estudo mais completo sobre as etapas do processo de alimentar a moega, dosar e pesar o caminhão, para assim estudar a possibilidade da instalação de dispositivos de detecção e medição da atividade,

é necessário tornar um processo piloto, fazer uma lista dos erros mais comuns cometidos pelos trabalhadores e ver a viabilidade da implementação dos sistemas *poka-yoke*.

4.7 Propostas de melhoria

Em análise detalhada do MFV atual construído, seguindo os conceitos de estabilidade, padronização, JIT e *Jidoka*, identificou-se oportunidades de melhoria onde os conceitos e ferramentas da produção enxuta poderão ser aplicados. As propostas de melhoria já descritas na análise do MFV em cada tópico, foram anexadas no quadro 2, separadas em colunas por elemento, componente, desperdício, proposta de melhoria, ferramenta Lean que será utilizada e comentário sobre a proposta.

Quadro 2 - Propostas de melhoria

Elemento	Componente	Desperdício	Proposta de melhoria	Ferramenta / Metodologia Sugerida	Comentário
Estabilidade	MO	Espera	Treinamentos frequentes / POP	Padronização / POP	Planilha de trabalho padronizado e o Gráfico de balanceamento de operadores
Estabilidade	MO	Estoque	Implementação Kaizen	Relatório A3	Utilizar diagrama de Ishikawa, 5 porquês e brainstorming para análise
Estabilidade	Material	Defeito	Implementação Lean para os fornecedores	Gestão Lean de fornecedores	Garantir entregas mais rápidas, com pontualidade, qualidade e um custo menor
Estabilidade	Material	Defeito	Reduzir a MP com pó	Relatório A3	Utilizar diagrama de Ishikawa, 5 porquês e brainstorming para análise

Quadro 2 – Propostas de Melhoria

(continuação)

Elemento	Componente	Desperdício	Proposta de melhoria	Ferramenta / Metodologia Sugerida	Comentário
Estabilidade	Método	Defeito	Padronizar atividades, diferença no conhecimento dos operadores	POP / NOP / IT	Estabelecer processos e procedimentos padronizados
Estabilidade	Método	Espera	Práticas de manutenção / Métodos para planejar e inspecionar equipamentos	Planejamento de manutenção, inspeção e lubrificação. POP / NOP / IT	Estabelecer processos e procedimentos padronizados
Estabilidade	Máquina	Processamento impróprio	Diminuir Paradas não planejadas, Plano de manutenção / lubrificação e inspeção	5S, Procedimentos de manutenção / limpeza / organização	Limpeza e organização do ambiente de trabalho
Padronização	Padrões ambientais, de qualidade e de segurança	Defeito e Espera	Qualidade do produto: Produtos e embalagens com defeitos, processos sem padrão gerando PNP	ISO 9000 ISO 14000	Padronização e normatização, selo de qualidade
Padronização	Especificações e procedimentos padrão	Defeito	Máquina com paradas não planejadas, Falta de padrão visual	Instruções de trabalho, documento de instruções do operador, 5S	Estabelecer processos e procedimentos padronizados
Padronização	Trabalho padronizado	Processamento impróprio, defeito e espera	Padronizar o trabalho, estabilidade do processo	Criação de POP's, gráfico de trabalho padronizado, planilha de capacidade de produção	Estabelecer processos e procedimentos padronizados

Quadro 2 – Propostas de Melhoria

(conclusão)

Elemento	Componente	Desperdício	Proposta de melhoria	Ferramenta / Metodologia Sugerida	Comentário
Padronização	Instrução do operador	Defeito	Profissionais altamente capacitados	Instrução do operador	Estabelecer processos e procedimentos padronizados
JIT	Zero defeitos	Retrabalho	Implementação TPM	Relatório A3	Trabalhar com a metodologia TPM, como ganho rápido implementar um plano de calibração das ensacadeiras
JIT	Tempo de preparação	Espera	Implementação Kaizen	Relatório A3	Utilizar diagrama de Ishikawa e 5 porquês para análise
JIT	Estoques zero	Espera	Heijunka	Heijunka	Nivelamento de produção
JIT	Quebra zero	Espera	Implementação TPM	Relatório A3	Reduzir paradas não planejadas, melhoria contínua na manutenção
JIT	<i>Lead time zero</i>	Espera	Implementação TPM	Relatório A3	Trabalhar com a metodologia TPM, reduzir desperdícios e paradas não planejadas
Jidoka	Autonomia	Processamento impróprio, espera	Sistema automatizado e autonomia dos operadores	Relatório A3 / Benchmarking	Estudar o processo, realizar benchmarking para automatização de processos
Jidoka	Poka-Yoke	Defeitos, retrabalho	Dispositivos à prova de falhas	Relatório A3	Estudar o processo, localizar possíveis locais que necessitam do dispositivo

Fonte: Próprio Autor (2022).

O quadro 2, foi desenvolvido por meio da análise realizada no mapa atual e seguindo o conceito da casa Lean, onde a base é a estabilidade, os dois pilares são o JIT e o JIDOKA e por último o teto representado pelo trabalho padronizado.

As soluções a serem implementadas e que poderão gerar impactos positivos na empresa, na qualidade do produto e na satisfação do cliente. Segue o Quadro 3 com as soluções.

Quadro 3 – Soluções para implementar

Soluções a serem implementadas
1 - Otimizar a etapa de dosagem, realizando benchmarking e estudando para uma possível automatização desse processo.
2 - Desenvolver e estabelecer processos e procedimentos padronizados na produção (POP, NOP e IT).
3 - Desenvolver plano de manutenção, limpeza e lubrificação, e o plano de limpeza e organização.
4 - Desenvolver e implementar o programa 5S em todas as fábricas.
5 - Estudar e trabalhar na empresa a possibilidade de implementar a metodologia TPM voltada a manutenção da produtividade.
6 - Desenvolver um estudo sobre a Gestão Lean de fornecedores, aumentar a qualidade das matérias primas e embalagens recebidas.
7 - Trabalhar na empresa a possibilidade da certificação ISO's.

Fonte: Próprio autor (2022).

Por meio das soluções a serem implementadas, foi possível relacionar as soluções com as etapas do processo e assim desenhar o mapa de fluxo de valor futuro, destacando as etapas de dosagem e ensacar no MFV, pode-se dizer que as soluções 1, 2, 3, 4 e 5 estão relacionadas as etapas em destaque no MFV da Figura 14, sendo assim foi evidenciado com o Kaizen as etapas de dosagem e ensacar, são as etapas que serão estudadas pela empresa para receber as melhorias propostas, podendo gerar impacto positivo no processo produtivo, reduzir os desperdícios encontrados, reduzir o *lead time* do processo produtivo, trabalhar com a padronização dos processos, aumentar a qualidade do produto e a confiabilidade do cliente.

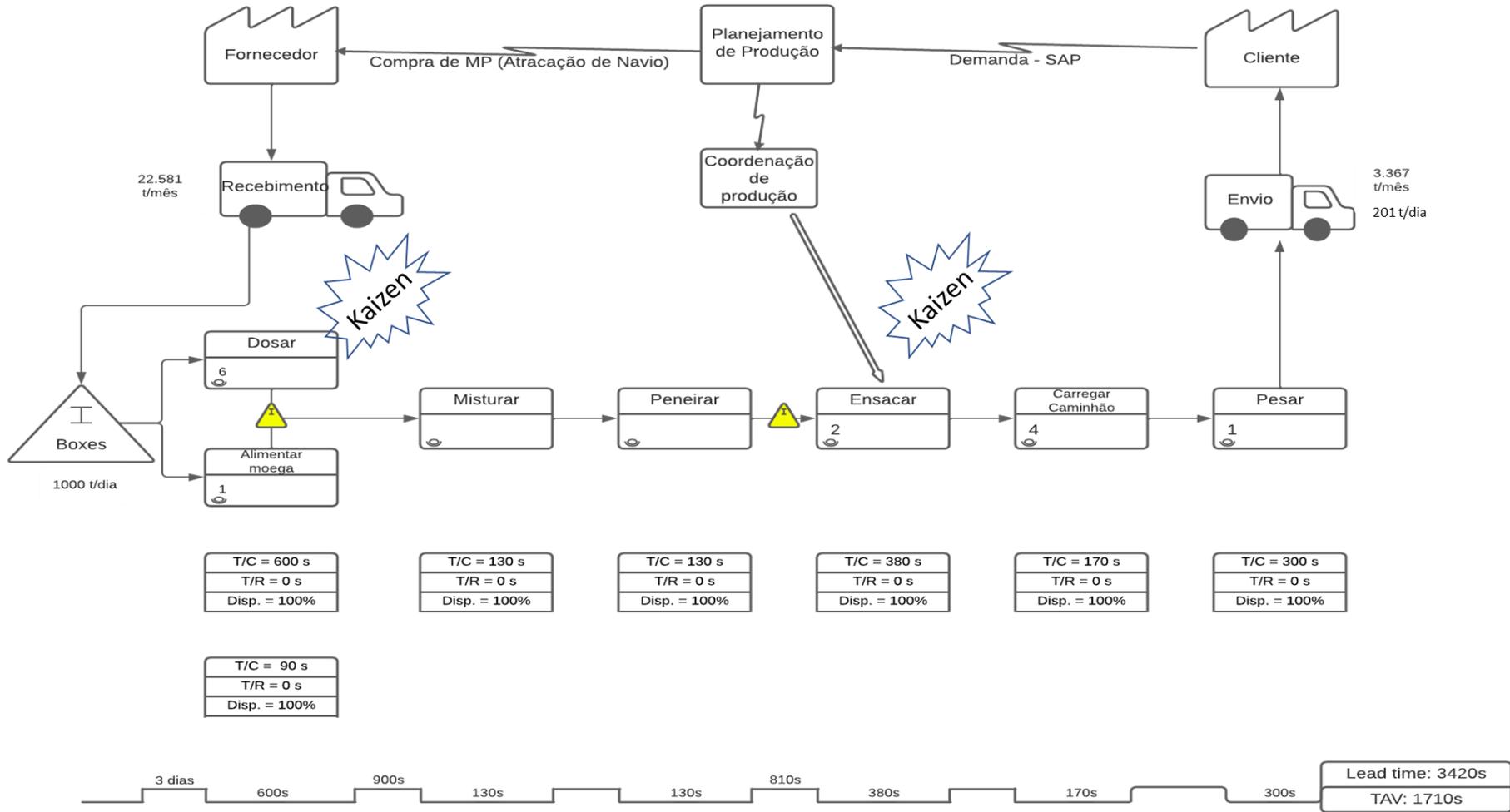
4.8 Mapa futuro de Fluxo de Valor

A partir das propostas sugeridas no quadro e as ferramentas Lean que serão utilizadas, é possível esboçar o mapa futuro do fluxo de valor, evidenciando as etapas do processo com possibilidade de redução, tanto do *lead time* quanto do tempo de agregação de valor.

Segue na Figura 14 o mapa futuro do fluxo de valor, evidenciando com o símbolo Kaizen as etapas do processo com possibilidade de melhoria. A redução dos tempos será possível com as propostas de melhorias, principalmente na etapa de ensacar que possui o maior tempo de ciclo (T/C) e onde gera o estoque na etapa de peneirar. Já na etapa de dosagem com a análise e possibilidade de automatização da etapa, será possível reduzir o tempo de espera de início de produção.

Portanto, por meio das melhorias propostas ao longo do estudo será possível reduzir os desperdícios de defeitos, espera, estoque e processamento impróprio, além de reduzir os tempos que não agregam valor ao cliente e melhorar a qualidade do produto da empresa.

Figura 14 – Mapa futuro do fluxo de valor



Fonte: Próprio Autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho permitiu por meio da aplicação do mapa de fluxo de valor, um diagnóstico do fluxo de materiais e informações do processo de mistura e ensaio de fertilizantes de uma grande empresa do setor agropecuário, localizada na região de GO, juntamente com as ferramentas da produção enxuta, foi possível analisar e propor melhorias. A construção do MFV atual permitiu identificar desperdícios ao longo do processo produtivo, como, desperdício de defeito, espera, estoque e processamento impróprio, e foi possível sugerir ações para redução dos mesmos.

Após a construção e análise das etapas do processo do MFV seguindo o conceito de estabilidade, padronização, JIT e Jidoka, foi possível propor melhorias para a empresa, como: implantação do 5S, certificações ISO, trabalhar com a metodologia TPM, estabelecer processos e procedimentos padronizados, utilizar o método Heijunka para nivelamento de produção, trabalhar com o relatório A3 para resolução de problemas, por meio de ferramentas como, diagrama de Ishikawa, 5 porquês e brainstorming.

Por meio das melhorias propostas, a empresa poderá ter ganhos positivos como, redução do *lead time*, maior qualidade da matéria prima, embalagens e conseqüentemente do produto final, ambiente mais organizado e limpo, padronização dos processos e procedimentos, como resultado obtém-se a redução dos desperdícios encontrados. Ao se respeitar os níveis sugeridos e a implementação das soluções, a empresa poderá evoluir e se familiarizar com o *Lean manufacturing*, gerando resultados positivos e recompensas ao longo do processo.

O Mapa de Fluxo de Valor foi o primeiro passo para identificar desperdícios e visualizar as oportunidades de melhoria, agora por meio das soluções a serem executadas cria a possibilidade de identificar outros desperdícios ao longo do processo e assim sugerir novas melhorias e realizar novos estudos.

Destaca-se a importância da conscientização dos colaboradores da empresa, para assim, alcançar o sucesso e entregar os resultados sugeridos ao longo do estudo, é necessário mudar a cultura e transformar a empresa, mudando a maneira de pensar dos colaboradores e assim alcançar os objetivos, futuramente buscar novos desafios e entregar resultados.

5.2 Limitações do estudo

As limitações encontradas durante a pesquisa estão relacionadas a dificuldade de encontrar trabalhos relacionados a este tema específico, identificação de desperdícios utilizando a ferramenta mapeamento de fluxo de valor, pela baixa quantidade em pesquisas envolvendo fábricas de fertilizantes e *Lean manufacturing*.

Além disso se destaca a complexidade em mapear o processo de fertilizantes pelas suas particularidades e a análise dele devido a fatores do mercado agro que são voláteis quanto ao mercado internacional e nacional.

5.3 Trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, indica-se a implementação das melhorias aqui sugeridas e recomenda-se realizar o desenvolvimento de um novo mapa de fluxo de valor atual e futuro, podendo assim comparar os dois novos e os dois antigos, possibilitando a descoberta de novas oportunidades de melhoria ao longo do processo produtivo.

Outra sugestão é que em trabalhos futuros seja realizado um estudo detalhando as famílias de produtos dos fertilizantes, para assim obter um diagnóstico que alcance estes outros produtos e suas complexidades, outro estudo possível dentro da empresa ou de outras é abranger no estudo as diferentes sacarias que a empresa possui, variando de sacarias de 50 kg para as sacarias de 25 kg ou para os big bags de 1000 kg.

REFERÊNCIAS

- ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J.; Analyzing the benefits of *lean manufacturing* and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics*, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007.
- ALBERTO, Leticia. Granulação de fertilizante foliar por spray dryer, na perspectiva de projeção em escala industrial. Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica da UFTM, Uberaba – MG. (Dissertação de Mestrado), 2017.
- AMMARINO, S.; MCCANN, P.; ORTEGA-ARGILÉS, R. International business, cities and competitiveness: recent trends and future challenges, *Competitiveness Review: An International Business Journal*, v. 28:3, p.236-251. 2018.<https://doi.org/10.1108/CR-10-2017-0070>.
- ATIEH, A. M., KAYLANI, H., ALMUHTADY, A. & TAMINI, O. A.; A value stream mapping and simulation hybrid approach: application to glass industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(5-8), 1573-1586, 2016.
Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7805-8>.
- BADKE, T. 5S aplicados à gestão de documentos. 2004. Disponível em: Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis, n. 22, 2006.
- BAYO-MORIONES, A.; BELLO-PINTADO, A.; CERIO, J. M. D. 5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 27, v. 2, 2010.
- BERNARDES, C.; MARCONDES, R. C. Teoria Geral da Administração – Gerenciando Organizações. 3 ed. São Paulo, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 4954, de 14 de jan. de 2004. Brasília, DF.
Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/decreto-4954-2004-com-alteracoes-do-dec-8384-2014-planalto.pdf>.
- BRITO, F. O. A manufatura enxuta e a metodologia seis sigma em uma indústria de alimento. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amazonas, 2008.
- CERVO, A.; BERVIAN, P.; SILVA, R. Metodologia científica. 6.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHORNOBAY, A. P. Implantação Do Programa 5s Na Faculdade Educacional Da Lapa – Fael. 2015. Monografia (MBA em Gestão da Qualidade) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DELGADILLO, S. M. L. T. JUNIOR, A. L. OLIVEIRA, E. Repensando o método 5S para arquivos. Revista Eletrônica de Biblioteconomia, Florianópolis, n. 22, 2006.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. BNDES Setorial, n. 24, p. 97-138, set. 2006.

Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2657>.

DUFT, D.; O que é NPK. 2014. Disponível em: <http://inteliagro.com.br/o-que-e-npk/>.

DOUGLAS, J.; ANTONY, J.; DOUGLAS, A. Waste identification and elimination in HEIs: the role of Lean thinking, International Journal of Quality & Reliability Management, v. 32, n. 9, p. 970-981, 2015. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-10-2014-0160>.

FAVONI, C; GAMBI, L.N; CARETA, C. B; Oportunidades de implementação de conceitos e ferramentas de produção enxuta visando melhoria da competitividade de empresas do APL calçadista de jaú/sp. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v. 13, n. 3, p. 1118-1142, jul./set. 2013.

GEHRKE, P. C.; Projeto de Melhoria em Uma Unidade Tradicional de Mistura e Distribuição de Fertilizantes Minerais: Um Estudo de Caso. Dissertação de graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2012.

GIL, A. C.; Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F.C.S.; Manufatura enxuta: Uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de trabalhos futuros. Gestão & Produção, V.11, P.1-19, Jan/abril 2004.

GONÇALES FILHO, M.; PIRES, S. R. I. Os principais passos adotados na aplicação de kaizen em fabricante de componentes industriais seriados. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.17, n. 4, p. 1160-1178, 2017.

JIPM. Japan Institute of Plant Maintenance Solutions Company Limited. JIPM-S, maio, 2008. Disponível em: <<http://www.tpm.jipms.jp/>>

JONES, D., J. WOMACK. Seeing the Whole: Mapping Extended the Value Stream. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, ISBN 0-9667843-5-9. 2002.

KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. Metodologia da pesquisa: guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. Administração de produção e operações. 8. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LAPA, R. P. Praticando os 5 sentidos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

LIKER, O Modelo Toyota – 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J. K.; MEIER, D. O modelo Toyota: manual de aplicação: Um guia prático para a implementação dos 4 os da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LINS, N. V. M.; HOLANDA, M. S. Proposta de Gestão Visual da Produção Naval em Estaleiros. XXII COPINAVAL. Congresso Panamericano de Engenharia Naval, Transporte Marítimo e Portuária. Buenos Aires, AR, 2011.

LOYD, N. et al. Integration of A3 thinking as an academic communication standard. In: Industrial Engineering Research Conference. 2010. Cancun.

MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J. Léxico Lean. Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. Editado por Chet Marchwinski e John Shook. 2. Ed. São Paulo: Compilação Lean Institute Brasil, 2007.

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

MARODIN, G.; SAURIN, T. A. A influência das práticas de produção enxuta nos atributos qualificadores das células de manufatura. Revista Produção Online, v. 13, n. 4, p. 1252-1275, 2013.

MELLO, C. H. P. Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – EFEI, Minas Gerais, 1998.

MORAES, João Amnys Rachid de; SAHB, Leandro Marinho. Manufatura Enxuta. Jan/2004. Artigo disponível em < <http://www.ietec.com.br>>.

MOREIRA, Evandro L. De Melo. Análise da implementação da Manutenção Produtiva Total na área de estamperia em uma empresa do setor automobilístico. 2003. Monografia – Universidade de Taubaté.

MONDEY, Y. (1984) Sistema Toyota de Produção. São Paulo: IMAM, 1984.

NALLUSAMY, S.; Efficiency Enhancement in CNC Industry using Value Stream Mapping, Work Standardization and Line Balancing. International Journal of Performability Engineering, 12(5), 413-422, 2016.

OHNO, T.; O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. Lean Enterprise Institute INC. (Usa). Andon. Disponível em: <http://www.lean.org/shook/displayobject.cfm?o=1321>.

OHNO, T. Toyota production system: beyond large-scale production: Productivity press. 1988.

OHNO, T.; O Sistema Toyota de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, R. B. M.; CORRÊA, R. A.; NUNES, L. E. N. P.; Uso da simulação computacional com o mapeamento do fluxo de valor para auxiliar na tomada de decisão. *Exacta*, 11(1), 47-57, 2013.

PINTO, J. P.; Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro. Comunidade Lean Thinking. 2008.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R.; Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: Unicenp, 2007.

RODRIGUES, M.; HATAKEYAMA, K. Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, v. 179, n. 1, p. 276-279, 2006.

RODRIGUES, M. V. Sistema de Produção *Lean manufacturing*: Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo Sistemas de Produção *Lean manufacturing*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to see. Lean Enterprise Institute, 1999.

ROTHER, M., & SHOOK, J. Aprendendo a enxergar mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHINGO, S. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996-2002. 291 p. ISBN 85-7307-169-9.

SHINGO, S. Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996a.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.; Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3. ed, Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2000.

SILVA, C. E. S.; JUNIOR, O. H. S.; Análise de projetos de melhoria contínua desenvolvidos pelo método A3. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TRUJILLO FERRARI, A.; Metodologia da pesquisa científica. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. Itajubá: UNIFEI, 2012.

VERMA, A.K; ERANDE, A.; KULKARNI, T.; Demonstrating impact of lean through value stream engineering simulation, International Journal of Agile manufacturing, v. 11, n. 1, 2009.

VIANA, S. G.; TORTORELLA, G.; Aplicação de grupos focados e ciclos de aprendizagem na metodologia do pensamento A3: o caso de aumento da capacidade de retificação em uma siderúrgica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D.; The machine that changed the world. New York. Rawson Associates. 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; Lean thinking – Banish waste and create wealth in your corporation. New York. Simon & Schuster. 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A.; Mentalidade Enxuta nas Empresas – Elimine o Desperdício e Crie Riquezas. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J, P; JONES, D, T; ROOS, D.; A máquina que mudou o mundo. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus. 1992.

YIN, R.; Estudo de caso. Planejamento e métodos. 2ª edição, Porto Alegre/RS: Bookman, 2001.