

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

Alexandre Daniel Bizetti

Lean em uma Pequena Empresa de Fabricação de Estruturas Metálicas

São Carlos

2025

Alexandre Daniel Bizetti

Lean em uma Pequena Empresa de Fabricação de Estruturas Metálicas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Murís Lage Júnior

SÃO CARLOS

2025

Bizetti, Alexandre Daniel

Lean em uma Pequenas Empresas de Fabricação de Estruturas Metálicas / Alexandre Daniel Bizetti -- 2025.
146f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Murís Lage Júnior

Banca Examinadora: Murís Lage Júnior, Manoel Fernando Martins, Gustavo Bagni

Bibliografia

1. Pensamento enxuto. 2. Manufatura enxuta. 3. Princípios Lean. I. Bizetti, Alexandre Daniel. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Alexandre Daniel Bizetti, realizada em 21/05/2025.

Comissão Julgadora

Prof. Dr. Murís Lage Júnior (UFSCar)
Orientador

Dr. Manoel Fernando Martins (UFSCar)
Examinador

Dr. Gustavo Bagni (Faber-Castell)
Examinador

Ao meu Deus e Senhor, sem o qual nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

A Silvia, minha esposa amada, dedicada e companheira, me apoiando sempre e me cobrindo em várias situações para que eu pudesse me dedicar a essa jornada. Obrigado também pelos lanchinhos na hora das aulas! Eu te amo!

Aos meus filhos Matheus, Raphael e Nina, minha nora Rebeca, que durante dias, semanas e meses, me “perderam” para os estudos. Obrigado pela paciência, comigo.

Aos meus pais, Raul Bizetti (in memoriam) e Suleyde Bizetti, que investiram muito na minha vida e formação. Sou grato a Deus pela vida de vocês, pelas orações por minha vida e futuro.

Aos meus familiares, que estiveram na torcida para que eu pudesse terminar mais essa tarefa.

Ao Prof. Dr. Murís Lage Júnior, que acreditou em mim e me apoiou mesmo diante de todos os contratemplos que passamos. Obrigado por seu esforço para que conseguíssemos entregar tudo dentro do prazo

Ao Prof. Dr. Manoel Fernando Martins, que dedicou seu tempo para desenvolver um dos artigos que eu precisava entregar e que tivemos que interromper devido as mudanças que aconteceram à minha vida no meio do mestrado.

Aos Professores do Mestrado Profissional do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar, os quais não conheci pessoalmente (por vídeo sim!), meu muito obrigado pelo conhecimento compartilhado e empenho para que nos tornemos os alunos, homens e mulheres que trazem valor para a academia e para a sociedade.

A Miguel Ortega pela parceria e entusiasmo em começar a jornada do Lean em sua produção. Aos trabalhadores e à liderança da M&M's, por abrir as portas para o desenvolvimento da pesquisa, por estarem abertos ao novo.

A José Luís Yamada por fazer o elo com a empresa para pesquisa.

Aos amigos e irmãos, que oraram por mim, encorajam-me, lembrando-me que as lutas são necessárias, mas há uma recompensa no final.

“Pois, que adianta ao Homem ganhar o mundo inteiro e perder sua alma?”

Jesus

Marcos 8:36

Resumo

Dentro de um contexto de mercado aquecido, as empresas precisam operar usando modelos economicamente sustentáveis, com o objetivo de desenvolver atividades/processos que agregam valor aos clientes, aos *stakeholders* e aos trabalhadores. Entender o fluxo de valor de seus serviços e produtos pode ser o diferencial competitivo no mercado que atua. Valor significa processos sem desperdícios. Os desperdícios devem ser eliminados pois o cliente não quer pagar por eles.

Em 2023, segundo a Agência Sebrae de Notícias, a criação de pequenas e médias empresas foi 6.62% maior em comparação ao ano anterior, cerca 859 mil novos negócios. Há uma justificativa para olhar para esse grupo já que globalmente, a grande maioria dos negócios estão debaixo das pequenas e médias empresas.

O uso do Pensamento *Lean* é uma das ferramentas mais poderosas disponíveis, criando valor ao mesmo tempo que elimina os desperdícios.

Usando a Pesquisa-Ação como método de pesquisa na aplicação da manufatura enxuta, uma pequena empresa de fabricação de estruturas metálicas abriu suas portas para que esse trabalho fosse desenvolvido, empresa essa que nunca havia aplicado o *Lean* em seu processo produtivo. Dando passos importantes em sua jornada de melhoria contínua, que passa por segurança de processos, mapeamento do fluxo de valor, criação de indicadores-chaves de desempenho, uso da metodologia 5Ss, aplicação de *Just in Time*, e controle de inventário, a empresa estudada desenvolveu ações estratégicas para o atingimento de resultados como a liberação de 20% de espaço físico disponível para armazenamento e diminuição do *lead time* em cerca de 53%.

Palavras Chaves: Manufatura Enxuta, Pensamento Lean, Mapeamento do Fluxo de Valor, 5S, Fabricação de Estruturas Metálicas, Pequenas Empresas

Abstract

In a heated market context, companies must operate using economically sustainable models, to develop activities/processes that add value to customers, stakeholders, and their employees. Understanding the value flow of their services and products can be the competitive edge in the market in which they operate. Value means waste-free processes. Waste must be eliminated because the customer does not want to pay for it.

In 2023, according to the SEBRAE Agency, the creation of small and medium-sized companies was 6.62% higher compared to the previous year, around 859 thousand new businesses. There is a justification for looking at this group since globally, the vast majority of businesses are under the category of small and medium-sized companies.

The use of Lean Thinking is one of the most powerful tools available, creating value while eliminating waste.

Using Action Research as a research method in the application of lean manufacturing, a small metal structure manufacturing company opened its doors for this work to be developed, a company that had never applied Lean in its production process. Taking important steps in its journey of continuous improvement, which involves process safety, value stream mapping, creation of key performance indicators, use of the 5S methodology, application of Just-in-time, and inventory control, the company studied and developed strategic actions to achieve results such as freeing up 20% of available physical space for storage and reducing lead time by approximately 53%.

Keywords: *Lean manufacturing, Lean thinking, Value Stream Mapping, 5S, PEMBs, Pre-Engineered Metal Buildings, Small Business*

Lista de Figuras

Figura 1 - Casa do Lean.	3
Figura 2 - SIPOC	21
Figura 3 - Fluxograma.	22
Figura 4 - Fluxograma com swimlanes	23
Figura 5 - VSM (Mapa do fluxo de Valor).	24
Figura 6 - Princípios e pensamento <i>Just-in-time</i>	28
Figura 7 - Modelo estrutural com desdobramento de uma meta	30
Figura 8 - Edifícios Estruturados.	35
Figura 9 - Estruturas Metálicas Pré-Fabricadas - Galpões.	36
Figura 10 - Vigas (<i>Bar Joist</i> ou <i>Steel Joist</i>).	36
Figura 11 - Escolaridade dos trabalhadores do chão de fábrica.	42
Figura 12 - Fluxo do processo da M&M's	43
Figura 13 - As três versões de um processo	49
Figura 14 - SIPOC do Processo de Produção da M&M's.	50
Figura 15 - SIPOC do Processo de Produção da M&M's - Digitalizado	51
Figura 16 - VSM - M&M's - Estado Atual	56
Figura 17 - VSM - M&M's - Estado Atual - Digitalizado	56
Figura 18 - VSM - M&M's - Estado Futuro.	62
Figura 19 - VSM - M&M's - Estado Futuro – Digitalizado	62
Figura 20 - Matriz Esforço x Benefício - Desperdícios Lean na M&M's	71
Figura 21 - Primeira versão do quadro de Desempenho da Produção.	88
Figura 22 - Segunda versão do quadro de Desempenho da Produção	91

Figura 23 - Folha de Controle – Pintura	92
Figura 24 - Quadro de fabricação – Sistema Monday	93
Figura 25 - Planejamento de produção – Alto Nível	94
Figura 26 - Estacionamento da M&M's - Caminhonetes.	96
Figura 27 - Caminhonete da M&M's – Antes e Depois.	97
Figura 28 - Mapa dos Racks na M&M's	98
Figura 29 - Rack 8 - Antes e Depois	100
Figura 30 - Rack 9 - Antes e Depois	100
Figura 31 - Rack 10 - Antes e Depois	101
Figura 32 - Rack 11 - Antes e Depois	101
Figura 33 - Racks 2 e 3 – Padronização	102
Figura 34 - Quadro de Gestão Visual – Projetos e suas cores	105
Figura 35 - Peças identificadas com a cor do projeto a que pertence	106
Figura 36 - Inventário área corte e armazenamento para projetos futuros . . .	107
Figura 37 - “Pacotes” marcados pelo responsável pelo descarregamento . . .	109
Figura 38 - Inventário pátio dos fundos	110
Figura 39 - Marcações feitas para inventariar sobras.	111

Lista de Tabelas

Tabela 1 - <i>Strings</i> usadas na busca.	8
Tabela 2 - Quantidade de desperdícios do Lean identificados inicialmente . .	68
Tabela 3 - Quantidade de desperdícios do Lean por processo	68
Tabela 4 - Classificação das oportunidades expressa em números.	73

Lista de Quadros

Quadro 1 - Os 5S em japonês, inglês e português.	26
Quadro 2 - Os desperdícios do Lean, VSM - Estado Futuro	63
Quadro 3 - Oportunidades de Melhoria observadas na M&M's	69
Quadro 4 - Critérios para definição de níveis de esforço	72
Quadro 5 - Critérios para definição de níveis de benefícios.	72
Quadro 6 - Plano de Ação para eliminação de desperdícios	75
Quadro 7 – Comparação entre os estados inicial e final.	114

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

BOM - *Bill of Material*

CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica

EBITDA - *Earnings Before Income Tax Depreciation and Amortization*

ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FIFO - *First In First Out*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMVP - *International Motor Vehicle Program*

JIT - *Just in Time*

KPI - *Key Performance Indicator*

LAI - *Lean Aerospace Initiative*

LER – Lesão por Esforço Repetitivo

MFV - Mapeamento do Fluxo de Valor

MIG – *Metal Inert Gas*

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

OM - *Operation Management*

PME - Pequenas e Médias Empresas

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SME - *Small and Medium Enterprises*

STP - Sistema Toyota de Produção.

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

VSM - *Value Stream Mapping*

WIP - *Work in Progress*

WOS - *Web of Science*

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTO	1
1.2. A PERGUNTA DA PESQUISA	3
1.3. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	4
1.4. JUSTIFICATIVA	5
1.5. MÉTODO DE PESQUISA.....	7
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. <i>LEAN</i>	15
2.1.1. Produção Enxuta	16
2.1.2. Pensamento Enxuto	17
2.1.3. As 8 perdas ou 8 desperdícios em processo de manufatura <i>Lean</i>	17
2.2. FERRAMENTAS DO <i>LEAN</i>	20
2.2.1. Mapeamento de Processo	20
2.2.2. 5S	26
2.2.3. <i>Just-in-time</i> - JIT	27
2.2.4. Desempenho da Produção	28
2.2.5. Análise de Causa Raiz	31
3. IMPLEMENTAÇÃO	34
3.1 A EMPRESA.....	34
3.2 PLANEJAMENTO.....	36
3.3 COLETA DE DADOS	37
3.3.1 Preparação Pré-Visita	37
3.3.2 Entrevistas	37
3.3.3 Observação direta	46
3.4 MAPEAMENTO DO PROCESSO.....	48
3.4.1 SIPOC	49
3.4.2 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV/VSM)	52
4. RESULTADOS E ANÁLISES	86
4.1 Indicadores-Chave de Desempenho (KPI's).....	87
4.2 5S.....	95
4.3 Plano de Produção	103

4.4 Código de cores	105
4.5 Inventário	107
4.6 Just in time.....	111
5. CONCLUSÕES.....	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
APÊNDICE A - O PRODUTO TECNOLÓGICO.....	126
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO	128
Sumário	136
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Estrutura do Manual	1
2. MANUFATURA LEAN	2
2.1. Pensamento Enxuto	2
2.2. As 8 perdas ou 8 desperdícios em processo de manufatura Lean (*)	2
2.2.1 Desperdício em Transporte (<i>Transportation</i>).....	4
2.2.2 Desperdício de inventário/estoque (<i>Inventory</i>)	5
2.2.3 Desperdício de Movimento (<i>Motion</i>).....	6
2.2.4 Desperdício de Tempo Disponível/Espera (<i>Waiting</i>)	6
2.2.5 Desperdício de Superprodução (<i>Overproduction</i>).....	7
2.2.6 Desperdício de Superprocessamento (<i>Overprocessing</i>)	8
2.2.7 Desperdício ao produzir produtos fora da especificação/defeito (<i>Defect</i>).....	8
2.2.8 Desperdício da criatividade do funcionário ou habilidades (<i>Skills</i>).....	9
3. ENTREVISTA COM A LIDERANÇA DA EMPRESA.....	10
4. ENTREVISTA COM OS COLABORADORES QUE EXECUTAM O PROCESSO	12
5. DEFINIÇÃO DE METAS E OBJETIVOS E SEUS DESDOBRAMENTOS ATÉ O NÍVEL OPERACIONAL	14
6. CRIAÇÃO DO SIPOC	16
7. CRIAÇÃO DO VSM – ESTADO ATUAL.....	19
7.1. Símbolos para a criação do VSM.....	20
7.2. Métricas importantes para o VSM	23
7.3. Desenhando o VSM.....	23
7.3.1 Definir os requerimentos dos clientes e fornecedores	24
7.3.2 Desenhe as etapas do processo	25
7.3.3 Colete dados do processo	26
7.3.4 Colete dados de inventário	26
7.3.5 Determine o fluxo do material externo	27

7.3.6	Determine os fluxos material interno e das informações.....	28
7.3.7	Calcule o <i>lead time</i>	29
8.	O 5S	30
8.1	1ºS – Seiri – Senso de Utilização	32
8.2	2ºS – Seiton – Senso de Organização.....	33
8.3	3ºS – Seiso – Senso de Limpeza	33
8.4	4ºS – Seiketsu – Senso de Padronização.....	34
8.5	5ºS – Senso de Sustentabilidade do processo/ Manter	35
9.	CRIAÇÃO DOS KPIS	36
10.	CRIAÇÃO DO VSM – ESTADO FUTURO	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é apresentado o contexto em que se aplica o presente trabalho, a pergunta a ser respondida pela pesquisa, os objetivos, justificativas e a estrutura da dissertação.

1.1. CONTEXTO

Em um mundo globalmente conectado, em que as boas práticas são importantes para a sobrevivência de qualquer empresa, torna-se necessário que as organizações criem mecanismos eficazes para melhorar sua performance frente aos desafios do mercado em que estão inseridas, buscando a excelência em suas operações, diz Silva et al. (2019, p.1).

Não há consenso sobre quando surgiu o termo “Excelência Operacional”. Há referências ao Dr. Joseph M. Juran, ao Dr. Shigeo Shingo e a Willian Edwards Deming, nomes bastante conhecidos pelos esforços na década de 70 para melhorar a qualidade da indústria japonesa e que posteriormente tomou corpo em território norte-americano. Em 1982, conforme Peters e Waterman (2006), na mesma década do aparecimento do conceito de *Lean Production*, surgiu pela primeira o termo no livro “*In Search of Excellence*”. Em busca da excelência operacional, os autores pontuam que deve haver um alinhamento entre todas as áreas quanto aos objetivos da empresa, atendendo assim às expectativas dos *stakeholders*.

Encontramos na literatura os modelos de Juran e Shingo sobre Excelência Operacional, e seus respectivos princípios, baseados no Sistema Toyota de Produção, ou no nome atribuído a ele, *Lean*.

Em 1990, o lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo”, fruto de uma grande e profunda pesquisa de uma equipe do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), gerou uma grande reviravolta na indústria automotiva, pois expunha as diferenças da produção em massa em relação ao modelo de operação da *Toyota Motor Company*, ou o Sistema Toyota de Produção (STP). Como cunhou o pesquisador John Krafcik, o sistema

Toyota, chamando-o de *Lean*, usava menos quantidades de tudo em relação à produção em massa, metade dos trabalhadores nas fábricas, metade do espaço físico necessário para a fabricação, metade dos recursos em equipamentos, planejamento e tempo, escreveu Womack et al. (1992, p.3).

Os pesquisadores não mantiveram os achados apenas dentro das quatro paredes da indústria automotiva. Eles começaram a buscar como aplicar os conceitos do modelo Toyota a outros segmentos da indústria, e em ambientes menores que as gigantescas fábricas de automóveis. Havia uma pressão dos leitores e empresários sobre um plano detalhado de como aplicar o *Lean* em segmentos diferentes do automotivo. Daí surgiu o Pensamento Enxuto, ou *Lean Thinking* em 1996, pontua Womack e Jones (2003, p.11). O objetivo era criar Empresas Enxutas / *Lean Enterprises* / Empresas *Lean*, as quais otimizam o valor criado para o cliente enquanto minimizam tempo, custo e erros, reforça Womack e Jones (2003, p.6).

Womack e Jones (2003, p.10), depois de muitas discussões e reflexões, resumiram o Pensamento *Lean* em 5 princípios:

1. Valor (o que é considerado valor para o cliente)
2. Cadeia de valor para cada produto
3. Fluxo (sem interrupções)
4. Puxar (o cliente determina a demanda de produção)
5. Perfeição (perseguir a perfeição do processo e produto)

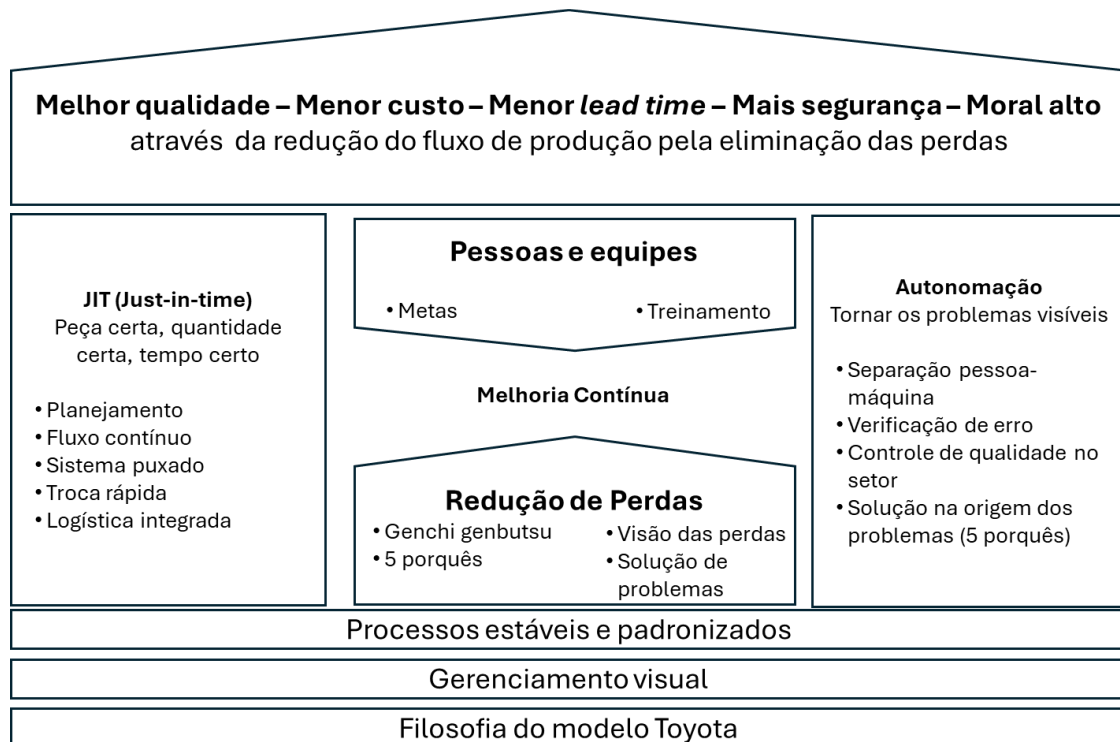
Isso é exatamente o que as empresas buscam para se tornar mais competitivas no mercado há muito tempo. O uso do Pensamento *Lean* é uma das ferramentas mais poderosas disponíveis, criando valor ao mesmo tempo que elimina os desperdícios, como escreveu Womack e Jones (2003, p.6). Ohno (1997, p.3) afirma que a base do STP é a eliminação de desperdício e seus pilares são:

- Just-in-time e
- Automação (“*Jidoka*” palavra japonesa)

Denis (2008, p.37) e Morgan e Brenig-Jones (2012, p.11) colocam como os alicerces do *Lean*, a estabilidade, a padronização, os pilares de Ohno (1997, p.3) e como objetivo

final, o cliente, de onde se espera que venham os ganhos da empresa. Com esses conceitos, ludicamente se constrói a casa do Lean, como se pode ver na Figura 1.

Figura 1 – Casa do Lean



Fonte: Adaptado de Liker, 2005, p.51

Buscando estratégias no estabelecimento de atividades que agreguem valor aos seus serviços, produtos e processos, foco na satisfação do cliente e ainda, estabelecendo custos de operação competitivos, empresas em geral, pequenas, médias e grandes, precisam aprimorar os processos em sua cadeia produtiva, tornando-os mais eficientes e eficazes, a fim de reduzir os custos de operação, inventários e também, tornar disponível ao cliente o produto desejado e com a qualidade requerida.

1.2. A PERGUNTA DA PESQUISA

O *Lean* tem um alcance global em termos de sua aplicabilidade, graças aos esforços de pesquisadores como Womack, Jones, Roos, Krafcik, Liker e (Womack et al., 1992, p.1), (Liker, 2005, p.1) outros, os quais têm compartilhado seus conhecimentos não só com a comunidade acadêmica, mas também levado esse conhecimento ao mundo corporativo, onde na verdade a prática acontece, onde os conceitos teóricos são aplicados e validados.

Os exemplos de sucesso da indústria automobilística como a Toyota e o conhecimento compartilhado através de seus líderes como Ohno e Shingo, se somaram à pressão de líderes de empresas de outros segmentos, outros ramos de atividades, a fim de universalizar o que antes era privilégio somente da indústria automobilística. Com isso em mente, surge através de Womack e Jones, uma abordagem *Lean* que pode ser usada para atender as demandas de empresas de outros segmentos, em todos os continentes do planeta.

Segundo o SEBRAE (2018, p.1), uma empresa com número de trabalhadores entre 20 e 99 pessoas é considerada “pequena empresa”. Segundo o “IBGE” dos Estados Unidos, Census.gov, uma empresa é considerada pequena se o faturamento é de até USD16.5 milhões (CENSUS, 2021) ou R\$99 milhões (taxa de conversão de R\$6.00 = USD1.00). Se olharmos outros lugares do mundo, como Europa, por exemplo, essa categorização muda de acordo com cada país.

Perez (2024, p.1) reforça que cerca de 90% da economia global está sob responsabilidade das pequenas empresas, bem como uma enorme parte dos empregos.

O objeto dessa pesquisa, a M&M's, é uma fábrica de estruturas metálicas pré-fabricadas, estruturas essas usadas na construção civil para galpões e prédios. Até o momento, todos os projetos de prédios realizados foram feitos com no máximo seis andares. A empresa conta com cerca de 23 trabalhadores atualmente, em várias áreas de atuação, faturando em torno de R\$20M em 2023. A M&M's será tratada como uma “Pequena Empresa” ou “*Small Business*”, PME em português ou SME em inglês.

Com base no contexto apresentado, na oportunidade de desenvolvimento da pesquisa numa pequena empresa de fabricação de estruturas metálicas, no apoio da liderança da M&M's em colaborar com a implementação do Lean em seus processos, foi definida a seguinte pergunta para esse trabalho:

“Como adequar os conceitos *Lean* para uma pequena empresa de fabricação de estruturas metálicas?”

1.3. OBJETIVOS DA PESQUISA

Essa pesquisa tem por objetivo principal estruturar um plano de ação e implementar Princípios *Lean* na empresa em estudo.

A M&M's nunca havia aplicado, conscientemente, em seus processos de fabricação, as práticas de manufatura *Lean*, o que corrobora de forma prática para a validação da pesquisa. Pode-se observar na M&M's algumas práticas comuns a uma empresa *Lean* (um leiaute que permite um fluxo sequencial, por exemplo), mas essas práticas não foram implementadas através de um projeto / programa / movimento por parte da empresa.

Como consequência da aplicação desses princípios, espera-se o estabelecimento de uma cultura *Lean* e de indicadores-chave de desempenho (KPI - *Key Performance Indicator*) que reflitam uma melhora quando comparados com o estado atual, e que essa cultura seja sustentável a médio-longo prazo. Podemos dividir esse objetivo nas seguintes etapas:

1. Identificar e descrever os princípios *Lean* através de uma revisão bibliográfica;
2. Avaliar a aderência atual aos Princípios *Lean* e propor correções/implementação para os problemas e oportunidades identificados;
3. Identificar, descrever e construir indicadores-chave de desempenho (KPIs) e medir os resultados alcançados após a implementação;
4. Propor um plano de ação com mudanças que eliminem os desperdícios encontrados e implementar as que sejam possíveis segundo uma ordem de prioridades estabelecidas e o tempo disponível para esse trabalho.

1.4. JUSTIFICATIVA

Em seus 27 anos no mercado, a M&M's, que atua como fabricante de estruturas metálicas pré-fabricadas, sempre teve como um de seus valores, a excelência no atendimento aos seus clientes, oferecendo um trabalho personalizado (*customized*), o que o torna um dos grandes diferenciais da empresa, entregando produtos com prazos mais curtos, diferenciando-a de outras empresas que possuem um *Lead Time* maior para produtos similares.

Por ser uma pequena empresa, os recursos para contratar uma consultoria são bem mais limitados quando comparados com grandes corporações multinacionais.

A empresa passou por um crescimento considerável na década de 2010/2020, mas devido a revezes econômicos, reduziu seu quadro de funcionários em 2021/2022, de 82 trabalhadores para cerca de 20 em 2023. Esse impacto fez com que a liderança da empresa se abrisse para a possibilidade de uma mudança em seu modo de operação, e o *Lean* foi aceito como o modelo a ser experimentado. Foram apresentados à liderança da empresa vários exemplos de aplicação do *Lean* o que os convenceu de que pode ser uma boa proposta para levar a M&M's a um patamar de produção mais eficiente e produtivo.

A M&M's não utiliza indicadores-chave de desempenho (KPI) para comunicar metas aos seus trabalhadores. Hoje, o tipo de informação coletada pela empresa, em termos de *lead time* ou *cycle time* de um projeto, é contada em dias. Não se tem medidas de *cycle time* de todos os processos internos e os que são capturados, o são em uma unidade não padronizada. A empresa não tem um controle acurado de seu inventário de matéria-prima, que basicamente são perfis metálicos que serão transformados em estruturas pré-fabricadas. Nota-se que a empresa não está medindo os desperdícios que são gerados em seu processo de fabricação e por isso não tem uma ideia real do tamanho desses desperdícios. Na verdade, os trabalhadores da fábrica não possuem os conceitos de desperdícios da metodologia *Lean*, bem como o conhecimento das ferramentas *Lean* e seu uso, que poderiam não só ajudá-los a obterem uma operação mais eficiente, bem como gerar um desenvolvimento técnico-pessoal ao adquirirem conhecimento de boas práticas de manufatura. Isso não quer dizer que a empresa não tenha o controle financeiro, ou que não saiba quais são seus custos de operação ou mesmo o *lead time* de seus projetos. Existe algum controle, mas não no padrão esperado para uma empresa *Lean*, havendo, portanto, oportunidades de melhoria que podem ser exploradas quando iniciada uma jornada para a implementação da manufatura *Lean*.

Hoje, a resposta para uma pergunta do tipo “Quanto tempo leva para cortar uma peça que fará parte de uma estrutura metálica?”, seria: “1 dia”, mas na prática, um corte, por mais complexo que seja, leva minutos para ser feito. Sabe-se que o tempo para armar uma estrutura que depois será soldada completamente, pode levar horas, ou até dias em

alguns casos, mas na maioria, em média, leva apenas algumas horas. Hoje, da forma como se mede na M&M's, o tempo de armação de uma peça é apresentado em múltiplos de dias.

Os projetos são avaliados por complexidade, mas, isso é informal e totalmente baseado nas experiências dos trabalhadores com mais tempo de empresa e do próprio dono. No entanto, saber o tempo que um projeto tomará para ser fabricado é uma condição fundamental para que se possa calcular a capacidade da empresa em termos de pessoas e equipamentos (recursos disponíveis).

A M&M's compete em um mercado onde não só grandes empresas bem estruturadas fabricam estruturas e tem clientes importantes como grandes redes de supermercado, atacados, empresas de óleo e gás, mas também compete com empresas menores que ela, que estão começando. Além disso, para participar de algumas licitações, a empresa precisa apresentar uma série de documentos, e em alguns casos algumas certificações de institutos que garantem a qualidade dos processos e materiais de empresas desse segmento. A M&M's busca essas certificações e para isso precisa estabelecer procedimentos, trabalhos padronizados, um controle de qualidade em suas operações que garantam o mínimo necessário para sua qualificação.

1.5. MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa tem a seguinte classificação usando Turrioni e Mello (2012, p.80):

- "Quanto a natureza, ela é aplicada

- A pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade)

- Quanto a abordagem: qualitativa e quantitativa.

- A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas

(percentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).

- A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem).”

Além dos problemas práticos identificados na empresa, nesta pesquisa pretende-se contribuir para a literatura relacionada ao tema. Foi feita uma revisão bibliográfica como método inicial de pesquisa e foram realizadas buscas em bases de dados científicas, a saber:

- Google Acadêmico
- Scopus
- *Web of Science (WOS)*

“WOS” e “Scopus” contém o maior número de periódicos de todas as bases e têm abrangência internacional. Foram usadas as *strings* apresentadas na Tabela 1, em junho de 2024.

Tabela 1 - Strings usadas na busca

<i>String</i>	Google Acadêmico	WOS	SCOPUS
<i>“Lean”</i>	4300000	1	126687
<i>“Lean” + “Pequenas Empresas”</i>	6040	1	4
<i>“Lean” + “Estruturas metálicas”</i>	856	0	1
<i>“Lean” + “Estruturas metálicas pré-fabricadas”</i>	6	0	0
<i>“Lean” + “Estruturas metálicas” + “Pequenas Empresas”</i>	129	0	0

“Lean” + “Estruturas metálicas pré-fabricadas” + “Pequenas Empresas”	0	0	0
“Enxuta” + “Pequenas Empresas”	7810	0	1
“Enxuta” + “Estruturas metálicas”	641	0	0
“Enxuta” + “Estruturas metálicas pré-fabricadas”	4	0	0
“Enxuta” + “Estruturas metálicas” + “Pequenas Empresas”	144	0	0
“Enxuta” + “Estruturas metálicas pré-fabricadas” + “Pequenas Empresas”	0	0	0
“Princípios Lean”	3250	0	3
“Pequenas Empresas”	19300	114	205
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas”	200	0	0
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas” + “Brasil”	150	0	0
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas” + “Brasil” + “Produção”	147	0	0
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas” + “Manufatura Enxuta”	71	0	0
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas” + “Brasil” + “Manufatura Enxuta”	63	0	0
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas” + “Manufatura Enxuta” + “Ferramentas Lean”	45	0	0
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas” + “Manufatura Enxuta” + “Ferramentas Lean” + “Estudo de Caso”	36	0	0
“Princípios Lean” + “Pequenas Empresas” + “Manufatura Enxuta” + “Ferramentas Lean” + “Pesquisa-Ação”	24	0	0
“Lean” + “Small business”	62300	52	95
“Lean” + “metal buildings”	423	0	0
“Lean” + “pre-engineered metal buildings”	45	0	0
“Lean” + “metal buildings” + “Small business”	37	0	0
“Lean” + “pre-engineered metal buildings” + “Small business”	3	0	0

<i>"Lean" + "steel buildings"</i>	1540	2	4
<i>"Lean" + "pre-engineered steel buildings"</i>	31	0	0
<i>"Lean" + "steel buildings" + "Small business"</i>	36	0	0
<i>"Lean" + "pre-engineered steel buildings" + "Small business"</i>	1	0	0
<i>"Lean" + "pre-engineered"</i>	763	1	7
<i>"Lean" + "PEMBs"</i>	286	0	0
<i>"Lean" + "PEMBs" + "Small business"</i>	1	0	0
<i>"Lean Principles"</i>	16300	843	1826
<i>"Small Business"</i>	138000	18385	19900
<i>'Lean Manufacturing'</i>	192000	2785	6566
<i>"Lean Principles" + "Small Business"</i>	915	1	3
<i>"Lean Principles" + "Small Business" + "Brazil"</i>	173	0	0
<i>"Lean Principles" + "Lean Principles" + "Brazil" + "Production"</i>	164	0	0
<i>"Lean Principles" + "Small Business" + "Lean Manufacturing"</i>	99	0	2
<i>"Lean Principles" + "Small Business" + "Lean Manufacturing" + "Lean tools"</i>	213	0	2
<i>"Lean Principles" + "Small Business" + "Lean Manufacturing" + "Lean tools" + "case study"</i>	4	0	0
<i>"Lean Principles" + "Small Business" + "Lean Manufacturing" + "Lean tools" + "study of case"</i>	3	0	0
<i>"Lean Principles" + "Small Business" + "Lean Manufacturing" + "Lean tools" + "Action Research"</i>	66	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Como se nota na Tabela 1, há poucos artigos publicados em periódicos e bases internacionais usando WOS e Scopus quando comparados com o Google Acadêmico. Mesmo no Google Acadêmico, observando a quantidade de artigos existentes, onde todas as *strings* de busca combinadas são usadas, pode-se observar um número pequeno de documentos, e quando se avalia a relevância para esse trabalho, esse número cai

drasticamente. Um ponto importante a ser mencionado é que, não foi estabelecido intervalo de data para a busca.

As informações coletadas na empresa, bem como os resultados das buscas por material publicado no meio científico, demonstram a relevância dessa pesquisa onde o uso do *Lean* se faz presente.

A pesquisa-ação é também uma das estratégias da engenharia de produção que além de produzir conhecimento, busca resolver um problema prático. (Miguel et al., 2012, p.151).

Quanto ao método, a pesquisa é classificada como Pesquisa-Ação, pois segundo Miguel et al. (2012, p.149) e Thiollent (2007), a Pesquisa-Ação é um tipo de pesquisa, empírica para resolver um problema coletivo onde os pesquisadores e os participantes do problema estão envolvidos de uma forma cooperativa ou participativa. Westbrook (1995) indica que na pesquisa-ação há uma participação ativa tanto do pesquisador quanto dos participantes da ação para resolver o problema. Com esse papel ativo do pesquisador, o qual exerce influência nas tomadas de decisão da equipe de implementação, as interações entre o pesquisador e a equipe são dinâmicas.

Westbrook (1995), Coughlan e Coughlan (2002) e Thiollent (2007) estabelecem uma sequência cíclica para a aplicação da pesquisa-ação, sequência esta composta por 5 fases:

1. Planejar (a pesquisa-ação)
2. Coletar dados
3. Analisar dados e planejar as ações
4. Implementar ações
5. Avaliar resultados e gerar relatório

Já Miguel et al. (2012, p.155) detalha a fase de Planejamento da pesquisa-ação como:

- Definir contexto e propósito
- Definir estrutura conceitual-teórica
- Selecionar unidade de análise e técnicas de coleta de dados

A pesquisa-ação é uma variação do método de estudo de caso de acordo com Westbrook (1995). Gil (2002, p.54) indica que o estudo de caso é “o estudo profundo e

exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

O estudo de caso é uma das abordagens metodológicas mais comumente usadas em pesquisas em Engenharia de Produção, escreveu Miguel et al. (2012, p.131). O uso do estudo de caso não é um problema, mas há uma preocupação na correta aplicação do método, pois observou-se essa inconsistência ao avaliar os Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) entre 1999 e 2004, menciona Miguel et al. (2012, p.73).

Um protocolo de pesquisa (roteiro) deve ser desenvolvido para a aplicação do estudo, seguindo o que sugere Miguel et al. (2012, p.136). O processo de coleta de dados no estudo de caso é mais trabalhoso, segundo Gil (2002, p.140), pois mais de uma técnica normalmente é usada.

Observa-se que Miguel (2012, p.159) reforça que, devido ao envolvimento direto do pesquisador na pesquisa, e sua atuação com maior liberdade, podendo influenciar a direção, o caminho a ser trilhado, a criação de um protocolo de pesquisa pode contribuir para que a pesquisa tenha maior confiabilidade através da pesquisa-ação. Esse protocolo está detalhado no capítulo 3.

Sobre o item “1 – Planejar” da proposta de condução da pesquisa-ação, foram feitas as seguintes atividades:

- **Entrevista com o dono** da empresa M&M's para entender o contexto em que ela está inserida, história, desafios atuais e planos futuros;
- **Entrevista com os trabalhadores-chave** da empresa, para conhecimento das atividades executadas no processo produtivo;
- **Observação do processo produtivo** para o pesquisador se inteirar das operações da M&M's, já que não existia nada disponível para ser lido ou estudado previamente;
- **Mapeamento do Fluxo de Valor Atual** junto à liderança, agregando as informações disponíveis e definindo os indicadores-chave de desempenho (KPI) para empresa;
- **Validação do Mapeamento** com a liderança da empresa bem como com alguns trabalhadores-chave das operações;
- **Identificação de Oportunidades** para a pesquisa e eventuais ganhos rápidos;

- **Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro** para aplicação de oportunidades, eliminação de desperdícios, eliminação de atividades que não agregam valor;
- **Definição das ferramentas a serem implementadas**, de acordo com as oportunidades encontradas e prioridades estabelecidas;
- **Definição do plano de implementação** em conjunto com a liderança da M&M's;
- **Implementação das ferramentas** em conjunto com a liderança da M&M's e trabalhadores;
- **Medição dos resultados a partir dos KPIs propostos e;**
- **Análise dos resultados.**

Vale reforçar que a coleta de dados foi feita através das informações obtidas na observação direta do processo, coleta de dados no site da empresa e sistemas e através de entrevistas, de acordo com o protocolo desenvolvido no Apêndice - B.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse documento está estruturado na seguinte sequência:

- Capítulo 1: Introdução com o respectivo contexto, pergunta da pesquisa, objetivos da pesquisa, justificativa para a realização da pesquisa, método de pesquisa escolhido e a estrutura do trabalho em geral;
- Capítulo 2: Revisão Bibliográfica - Lista de temas que serão a linha de base dessa pesquisa, com fundamentação teórica proveniente da literatura disponível. A lista segue uma sequência organizada que vai se complementando, a saber: excelência operacional, *Lean*, produção enxuta, pensamento enxuto, as oito perdas ou desperdícios em processos de manufatura *Lean*, Ferramentas do *Lean como o* mapeamento de processo (fluxograma, fluxograma com swimlanes, SIPOC, VSM), 5S, criação de meta e objetivos, gestão de indicadores-chave de desempenho, sua gestão visual e análise de causa raiz para os desvios encontrados;
- Capítulo 3: Implementação - Pesquisa de campo, informações complementares sobre a empresa objeto de estudo, e a pesquisa-ação em detalhes;

- Capítulo 4: Resultados obtidos e análise - Coleta de dados através dos KPIs estabelecidos e avaliar a efetividade das ferramentas implementadas;
- Capítulo 5: Conclusões - Comentários finais do autor sobre os resultados obtidos, impacto na literatura e próximos passos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como descrito anteriormente, o tema está relacionado com aplicação do *Lean* em uma pequena empresa que produz estruturas metálicas pré-fabricadas. Essas estruturas são usadas na construção civil e por isso os conceitos relevantes para o desenvolvimento e embasamento da pesquisa no contexto do processo de manufatura dessas estruturas são abordados.

Esse capítulo trará os referenciais teóricos sobre o surgimento do *Lean*, da produção enxuta, do pensamento enxuto, das 8 perdas ou 8 desperdícios do *Lean*, ferramentas do *Lean* como mapeamento de processo usando fluxograma, o fluxograma com *swimlanes*, o SIPOC e o VSM, também o 5S, uma ferramenta muito usada por sua simplicidade, o *Just-in-time* que busca o sincronismo entre a necessidade de um material e sua entrega, na hora certa e quantidade certa. Também serão abordadas as ferramentas usadas para avaliar o desempenho da produção através da definição de metas coerentes e uma gestão visual de indicadores-chave de desempenho, bem como a análise de causa raiz com o objetivo de que sejam encontradas soluções elegantes e eficazes para os desvios que apareçam.

2.1. LEAN

A palavra *Lean* / “Enxuta” surgiu nos anos 80, cunhada pelo pesquisador do IMVP (*International Motor Vehicle Program*) do MIT, John Krafcik, para definir uma produção que utilizava menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa, usada em muitas fábricas no mundo. John observou tal modelo, durante visitas às fábricas da *Toyota Motor Company*. Quando comparou o modelo Toyota com os modelos de produção em massa usados por empresas americanas e europeias, notou que o processo japonês tinha uma eficiência superior (Womack et al., 1992, p.3).

Vários artigos foram escritos por autores americanos e japoneses na década de 80, para falar do TPS (Sistema Toyota de Produção) e todos apontam para uma pessoa chave dentro da Toyota, Taiichi Ohno (Cusumano et al., 2021, p.627).

A história do início do uso da palavra *Lean* está bem descrita no livro “A máquina que mudou o mundo”, com detalhes numéricos que permitem ao leitor avaliar as razões que levaram os pesquisadores a justificarem o uso da palavra *Lean* (Womack et al., 1992).

Empresas americanas, passando por grandes crises começaram a aplicar conceitos de produção enxuta em seus processos, e algumas foram bem-sucedidas e sobreviveram (Womack et al., 1992, p.232-234).

Nem todas as fábricas japonesas são sinônimo de um modelo Enxuto. Gradativamente, as fábricas americanas foram aplicando os conceitos aplicados nas melhores fábricas japonesas ou nipo-americanas, fazendo com que o modelo ganhasse força mundialmente (Womack et al., 1992, p.238-240).

Lean é uma forma de pensar em como criar valor com menos recursos, eliminando o máximo de desperdícios possível (Cusumano, 2021, p.630). O *Lean* passou a representar tudo que possa melhorar o gerenciamento das operações (OM).

2.1.1. Produção Enxuta

Shah e Ward (2003) definem que “A produção *Lean* é uma abordagem multidimensional que abrange uma ampla variedade de práticas de gestão, incluindo *just-in-time*, sistemas de qualidade, equipes de trabalho, fabricação celular, gerenciamento de fornecedores, etc. em um sistema integrado.”

Em grande parte, a produção *Lean* era sinônimo do Sistema Toyota de Produção (TPS). A Toyota em seu processo de manufatura, adicionou componentes que a diferenciavam de outras montadoras, o que desencadeou uma transformação global na forma de se produzir produtos. Muitos livros e artigos foram escritos a partir dos anos 1990 com o objetivo de compartilhar detalhes desse sistema de produção, a filosofia usada e o impacto na cadeia de suprimentos. O livro *Lean Thinking* (Womack e Jones, 1996) foi escrito com o objetivo de compartilhar os trabalhos feitos fora do ambiente automotivo. Os trabalhadores da Toyota são procurados por outras empresas com o objetivo de compartilhar o conhecimento aprendido dentro da montadora (Liker, 2005, p.26). Percebe-se então que o conhecimento adquirido na linha de produção da Toyota é precioso, e pode

ser aplicado praticamente em qualquer tipo de empresa e processo. Womack e Jones (1996) indicam que praticamente em todos os setores produtivos, as práticas *Lean* estão presentes de alguma forma. Pacotes de práticas *Lean* são implementadas em todo o cenário industrial (Shah e Ward, 2003, p 143).

2.1.2. Pensamento Enxuto

Em 1990 outro programa no MIT, o LAI (*Lean Aerospace Initiative – Iniciativa Lean na área Aeroespacial*) vinha obtendo apoio de várias empresas desse segmento, como Boeing, General Electric, Lockheed Martin, Northrop Grumman, Raytheon e Texas Instruments (Browning; Treville, 2021, p.640). Em 1996, Womack e Jones sugeriram ampliar a aplicação da produção enxuta para outros mercados, eliminando desperdícios e usando o conceito de “fluxo de valor” para que produtos e serviços chegassem ao mercado de um jeito mais eficiente (Cusumano, 2021. p.629).

O pensamento *Lean* é indicado como o antídoto para o desperdício - MUDA (Womack e Jones, 2003, p.15).

2.1.3. As 8 perdas ou 8 desperdícios em processo de manufatura *Lean*

“Planejamento e controle dizem respeito às atividades que tentam conciliar as demandas do mercado com a habilidade dos recursos da operação para entregá-las. Fornece os sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos do suprimento e da demanda. Qualquer mudança de última hora pode requerer algum grau de replanejamento.” (Slack, 2018, p.352).

Replanejamento é retrabalho. Segundo Ohno, um desperdício.

“O termo ‘ajuste fino’ possui um significado oculto que deveria ser compreendido especialmente pela alta administração. Todo mundo sabe que as coisas nem sempre acontecem de acordo com o planejado. Mas, existem pessoas no mundo que, precipitadamente, tentam forçar uma programação mesmo sabendo que ela pode ser impossível. Elas dirão ‘é bom seguir a programação’ ou ‘é uma pena mudar o plano’ e farão qualquer coisa para fazê-la funcionar. Todavia, como não podemos prever o futuro com exatidão, nossas ações deveriam mudar a fim de se adaptar às

situações mutantes. Na indústria, é importante capacitar o pessoal da produção para lidar com mudanças e para pensar flexivelmente.” (Ohno, 1997, p.47).

Isso mostra o quanto o planejamento e controle de produção é fundamental para as organizações, para que não haja sobrecarga de pessoas e equipamentos (*Muri*), nem desnivelamento (*Mura*) e conseqüentemente atividades que não agregam valor (*Muda*). Esses são os 3 Ms que devem ser eliminados, pois podem prejudicar a produtividade das pessoas e do sistema de produção.

Liker (2005, p.123) nos lembra:

- *Muda – Nenhuma agregação de valor.* O M mais conhecido inclui os oito tipos de perdas. Tratam de atividades supérfluas que aumentam os *lead times*, causam movimentos extras para obter peças ou ferramentas, criam excessos de inventários/estoques ou resultam em alguma forma de espera.
- *Muri – sobrecarga de pessoas ou de equipamentos.* Em alguns aspectos, este M encontra-se na extremidade oposta à do muda. *Muri* significa colocar uma máquina ou uma pessoa além de seus limites naturais. A sobrecarga de pessoas resulta em problemas de segurança e de qualidade. A sobrecarga do equipamento causa interrupções e defeitos.
- *Mura – desnivelamento.* Pode ser visto com a resolução dos outros dois Ms. Em sistemas de produção normais, às vezes há mais trabalho do que as pessoas ou máquinas podem realizar e outras vezes há falta de trabalho. O desnivelamento resulta de um programa de produção irregular ou de volumes de produção flutuantes devido a problemas internos, como paralisações, falta de peças ou defeitos. *Muda* é resultado de *mura*. O desnivelamento da produção significa que será necessário ter à mão o equipamento, os materiais e as pessoas para o mais alto nível de produção – Mesmo que as exigências normais sejam muito menores.

E pontua:

“[...]Heijunka é o nivelamento da produção em volume e em combinação (mix) de produtos.” (Liker, 2005, p.125).

Numa empresa *Lean*, os 5 princípios nortearão as decisões da alta direção da empresa e a eliminação de perdas/desperdícios, e o uso de ferramentas do *Lean*, são parte intrínseca do processo de construção da empresa *Lean*.

Anteriormente foi visto como o *Lean* está muito relacionado ao Sistema Toyota de Produção, e esse sistema criado por Taiichi Ohno, busca eliminar os desperdícios encontrados normalmente em processos produtivos. São eles:

1. Desperdício de superprodução (*Overproduction*)
2. Desperdício de tempo disponível/espera (*Waiting*)
3. Desperdício em transporte (*Transportation*)
4. Desperdício de superprocessamento (*Overprocessing*)
5. Desperdício de inventário/estoque (*Inventory*)
6. Desperdício de movimento (*Motion*)
7. Desperdício ao produzir produtos fora da especificação/defeito (*Defect*)

Quando esses desperdícios são eliminados, espera-se um aumento na eficiência das operações (Ohno, 1997, p.8).

Aos sete desperdícios já apresentados, um oitavo foi acrescentado por Jeffrey Liker (Liker, 2005, p.46-47):

8. Desperdício da criatividade do funcionário ou habilidades (*Skills*)

Vários livros, artigos, sites na internet, vídeos de treinamento, apresentam esse oitavo desperdício como parte dos desperdícios do *Lean*.

A literatura apresenta uma sigla bastante divulgada para os 8 desperdícios, TIMWOODS (*Transportation, Inventory, Motion, Waiting, Overproduction, Overprocessing, Defects e Skills*), conforme os nomes em inglês. São eles:

1. **T** - *Transportation*
2. **I** - *Inventory*
3. **M** - *Motion*
4. **W** - *Waiting*
5. **O** - *Overproduction*
6. **O** - *Overprocessing*
7. **D** - *Defect*
8. **S** - *Skills*

Memorizando a sigla, facilmente se pode recordar quais são os 8 desperdícios do *Lean*.

2.2. FERRAMENTAS DO *LEAN*

Ao longo dos anos, um conjunto de ferramentas associado ao *Lean* foi sendo desenvolvido. Inicialmente, devido a sua origem na *Toyota Motors Company*, no Japão, esse conjunto continha as ferramentas usadas nas operações da empresa, como “Sistema Toyota de Produção”. Conforme esse sistema foi sendo estendido para as outras fábricas em outros países do mundo, e para outras empresas e para outros setores, as ferramentas foram adaptadas, ajustadas, outras foram criadas, algumas eliminadas, e assim, iniciou-se um distanciamento natural entre o *Lean* e o Sistema Toyota de Produção (Browning e Treville, 2021, p.640-643, 650).

A seguir são identificadas algumas das ferramentas associadas ao Pensamento *Lean*, à Produção *Lean*, ao Sistema Toyota de Produção, comumente usadas em empresas *Lean*, mas não usadas ainda na empresa objeto de estudo, a empresa M&M's.

2.2.1. Mapeamento de Processo

De acordo com Zanin et al. (2023, p.18), Fagundes et al. (2018, p.71), DA SILVA et al. (2020, p.17), Santos (2022, p.20), Nishimoto et al. (2021, p.5), (2023, p.7) o mapeamento do processo é uma das ferramentas/etapas iniciais na implementação dos princípios *Lean* também em pequenas e médias empresas, pois permite uma visão ampla de todo o fluxo, ajudando a enxergar os desperdícios existentes nos processos.

O mapeamento do processo é uma representação gráfica do processo. Ele também ajuda a entender, comunicar, documentar, melhorar, alterar um processo “*off-line*”. Há vários tipos de representações gráficas de um processo. Algumas simples, outras mais complexas, algumas que mostram como é o fluxo de pessoas no processo, de matérias primas, do produto, do serviço, da informação, etc. Foram criados símbolos para padronizar essas representações (Kubiak e Benbow, 2018, p.209-210).

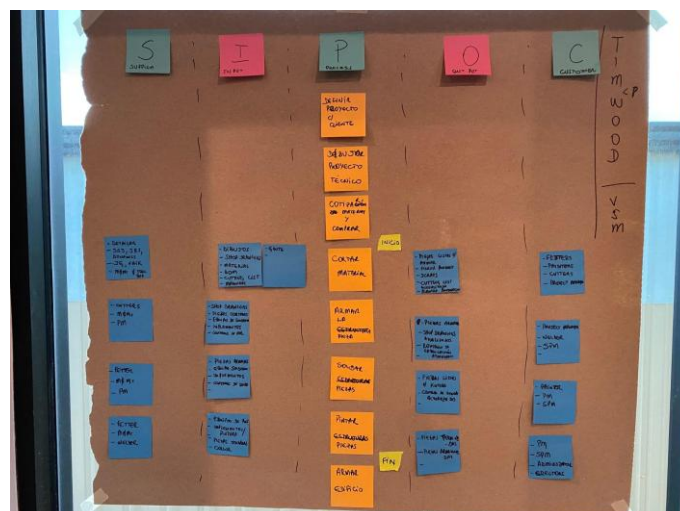
O mapeamento do processo pode representar qualquer fase que se deseja detalhar, como por exemplo o estado atual, o estado futuro, o estado atual com os desperdícios encontrados em cada etapa do processo, o mapa com informações do processo como quantidade de recursos necessários para executar uma determinada etapa do processo, tempos, inventário, documentos associados. A lista é grande.

Os mapas mais usados para representar um processo são:

- SIPOC

É a sigla para *Suppliers - Inputs - Process - Output - Customer* (Provedores - Entradas - Processo - Saídas - Clientes). É um mapa de alto nível, que mostra as relações entre entradas e saídas, provedores e clientes. É um bom começo para entender o seu processo. Inicia-se com a identificação de 5 a 7 etapas do processo (lembre-se, é um mapa de alto-nível, sem muitos detalhes), e então são identificadas as Saídas de cada etapa e o(s) Cliente(s) que a(s) recebe. Na sequência, identifica-se o que é necessário para executar o processo (Entradas) e quem as fornece (Provedores). A Figura 2 mostra um SIPOC realizado como ferramenta de mapeamento inicial de um processo. Pode ser algo bem simples, manual, usando post-its, pode ser digital. Tudo depende dos recursos disponíveis.

Figura 2 - SIPOC



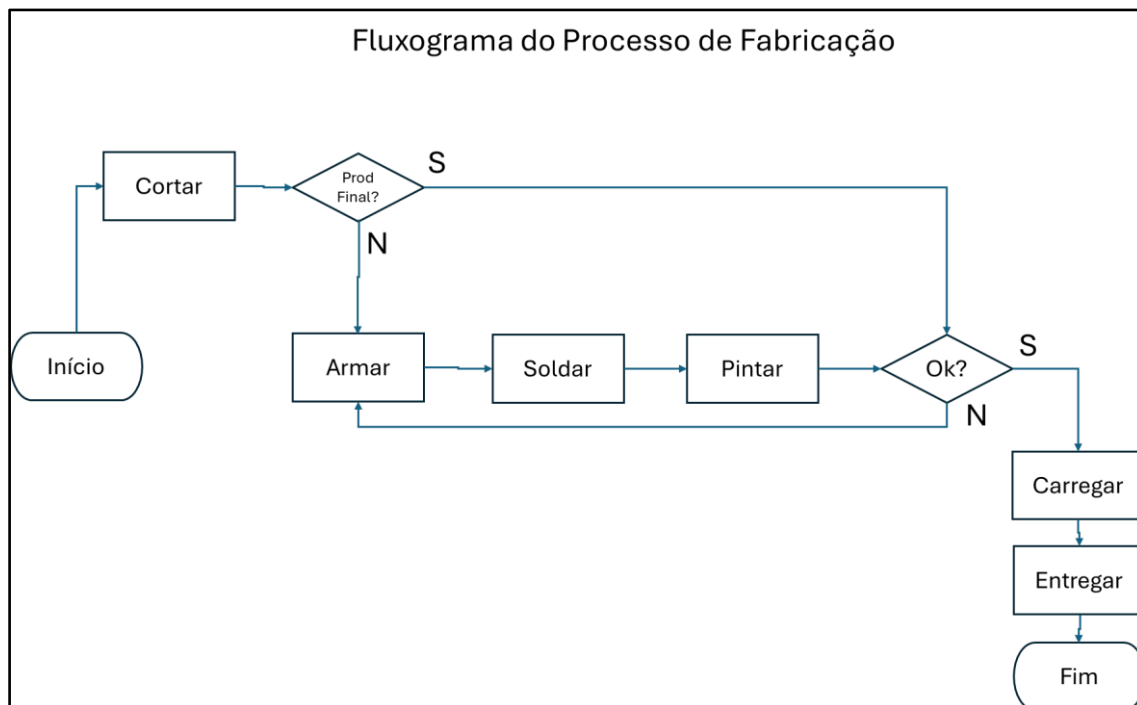
Fonte: Elaborado pelo autor

- Fluxograma

Outra ferramenta para mapeamento de processo é o fluxograma e o mesmo foi usado extensivamente pela área de Tecnologia da Informação. Com a quantidade de símbolos disponíveis, virtualmente, qualquer processo pode ser mapeado com eles. Pela sua eficiência e eficácia para mapear um processo, passou a ser muito usado para representar processos em praticamente todas as áreas do conhecimento (Kubiak e Benbow, 2018, p.209).

O objetivo do fluxograma é apresentar o fluxo proposto pelo processo para materiais e serviços. Fácil de seguir, deve ter início e fim. Veja um exemplo na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma

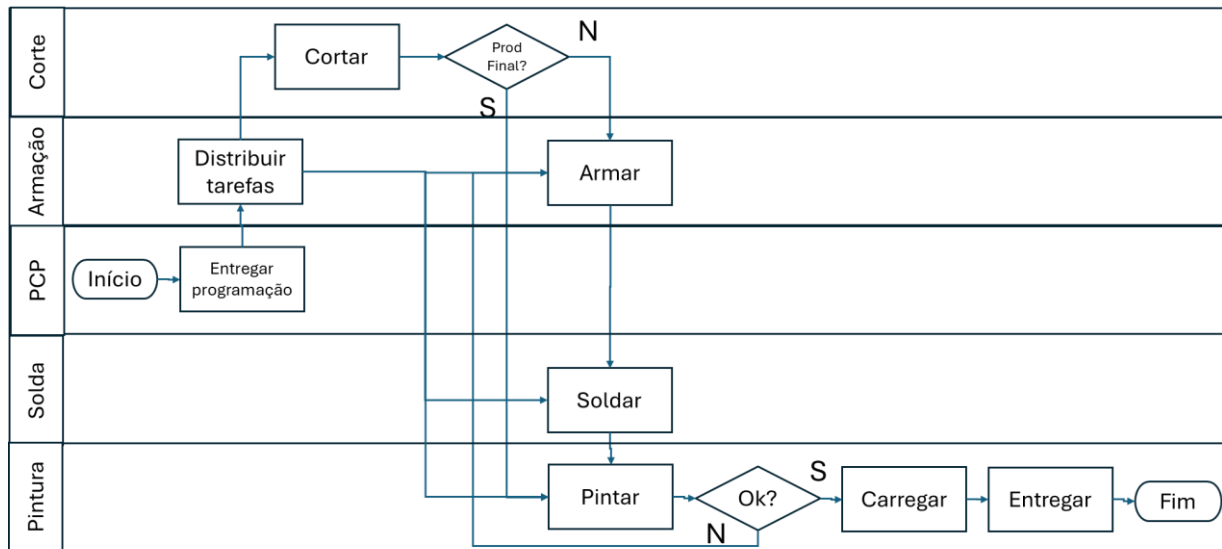


Fonte: Elaborado pelo autor

- Fluxograma com *swimlanes* (raias):

Se forem adicionadas ao fluxograma básico algumas *swimlanes* (raias de piscina) para cada ator (áreas, funções, empresas, etc.) do processo, uma visão de como o produto e/ou serviço flui entre esses atores e “quem é responsável pelo quê” durante todo o processo, estarão bem explícitos. Veja um exemplo na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma com swimlanes



Fonte: Elaborado pelo autor

- Mapa do Fluxo de Valor (VSM – *Value Stream Mapping* em inglês):

Mapa do Fluxo de Valor (VSM – *Value Stream Mapping*)

No prefácio da edição em português do livro “Aprendendo a enxergar”, Jose Roberto Ferro comenta que o Mapeamento do Fluxo de Valor permite às empresas enxergarem os seus desperdícios, servindo para direcionar as melhorias do fluxo que efetivamente contribuem para um salto no seu desempenho (Rother e Shook, 2003, p.viii).

Na Toyota, o Mapeamento do Fluxo de Valor é conhecido como Mapeamento de Informação e Material (Rother e Shook, 2003, p.x).

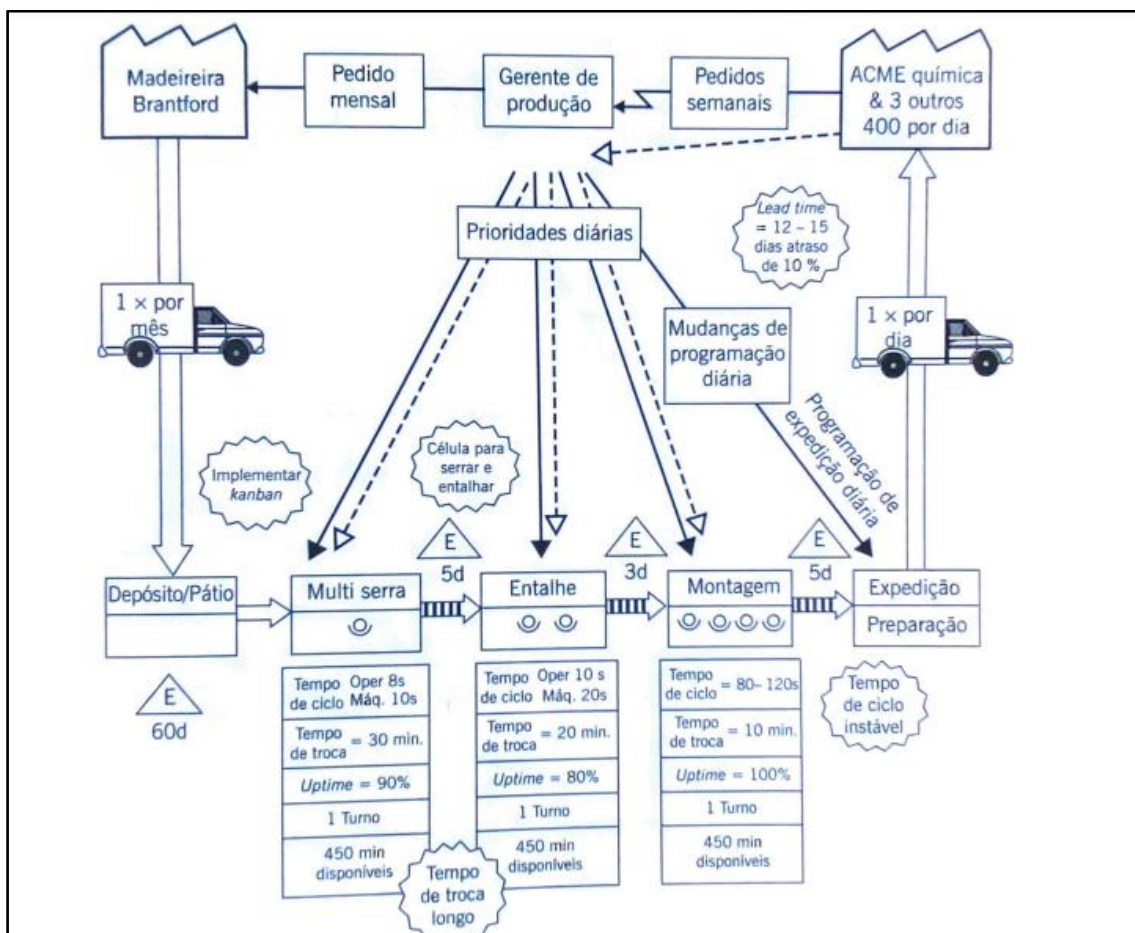
Um fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria-prima até os braços do consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento (Rother e Shook, 2003, p.3).

Um resumo proposto por Rother e Shook (2003, p.10) é:

- Selecione uma família de produtos
- Tenha uma pessoa liderando pessoalmente o esforço de mapear
- Comece pelo nível “ponta-a-ponta”
- Considere ambos os fluxos de material e da informação

O VSM, concebido no STP, é composto de muitos detalhes, mais que os 3 outros tipos de mapeamentos já apresentados. Ele fornece percepções do processo de ponta a ponta, atividades, eventos, processos da cadeia de valor inteira, começando com os requerimentos do cliente e vai agregando tudo que seja necessário para fornecer o produto ou serviço ao cliente final (Gygi et al., 2012, p.94-95). Veja na Figura 5 um exemplo de um Mapa do fluxo de valor, que contém os fluxos de materiais, produtos e informações.

Figura 5 - VSM (Mapa do Fluxo de Valor)



Fonte: (Dennis, 2008, p.105)

A proposta de trabalho sugerida por Rother e Shook (2003, p.12) é:

- Família de produtos
- Desenho do estado atual
- Desenho do estado futuro
- Desenvolva um plano de trabalho para atingir o estado futuro desejado

Resultados positivos têm sido publicados na literatura sobre o uso da ferramenta e seus benefícios. Veja alguns exemplos a seguir:

- Por meio da elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV ou VSM *Value Stream Mapping*) do estado atual foi possível visualizar todo o processo produtivo e identificar as fontes de desperdícios do processo. A aplicação confirmou a literatura permitindo reafirmar que esta técnica é de extrema importância para a melhor compreensão do processo como um todo, além de adotar uma linguagem comum para representar as atividades (De Lima et al., 2016, p.388)
- A metodologia de Mapeamento do Fluxo de Valor se mostrou uma ferramenta eficaz para a análise dos fluxos de operações e das informações de processo, auxiliando decisivamente na proposição de ações de melhoria nos processos produtivos. O VSM foi particularmente útil para organizar de forma simples e objetiva a implementação das técnicas de Produção Enxuta (Marcelino e Weiss, 2009, p.12).
- Este trabalho mostrou que tanto os painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto (PPAC) como os painéis *Tilt-up* oferecem benefícios na velocidade de execução, aumento da produtividade da mão-de-obra, redução de etapas de produção em canteiro de obra, eliminação de entulhos e garantia de qualidade do produto. Além disso, quando trabalhadas em conjunto com o mapeamento de fluxo de valor podem acrescentar ainda mais atividades de valor à fábrica e reduzir os estoques. Para finalizar, a recente atualização da Norma NBR 16475: 2017 trouxe novos requisitos e procedimentos a serem atendidos no projeto, na produção e na montagem de painéis de parede pré-moldados (Busnello et al., 2017, p.8).
- Inicialmente selecionou-se o grupo de portas laqueadas para o desenvolvimento do VSM. Tomou-se por base para a escolha, a grande quantidade de processos produtivos de transformação de matéria-prima que este tipo de produto demanda para sua produção. Assim, em termos gerais, se as sugestões realizadas por esta pesquisa, das quais possuem, relativamente, baixos valores financeiros agregados foram aplicados, a empresa terá a oportunidade de reduzir seu *lead time* do processo produtivo

de uma porta laqueada 18 dias para 0,8 dias, o que representa um ganho de aproximadamente quatro ciclos de processos de produção deste modelo de produtos a mais por mês (Vaz et al., 2011, p.6,14).

2.2.2. 5S

A ferramenta/metodologia 5S foi desenvolvida dentro da Toyota e faz referência às 5 palavras japonesas que começam com a letra S, e que expressam as 5 etapas existentes. Na Língua Portuguesa, não necessariamente se pôde traduzir para palavras que também começam com a letra S. Em inglês, foram usadas palavras que começam com S, ficando bastante alinhadas com a sigla japonesa. Assim, as palavras foram adaptadas para a língua portuguesa e podemos ver essa adaptação no Quadro 1.

Liker (2005, p.154-155) classifica a metodologia como parte dos “14 Princípios da Gestão do Sistema Toyota de Produção”. Limpar e tornar visível compõem o sétimo princípio, “Usar Controle Visual para que nenhum problema fique oculto”. Ele pontua que o 5S tem o poder de criar um processo contínuo para melhorar o local de trabalho.

A metodologia 5S pode contribuir com a eliminação de todos os desperdícios anteriormente citados (Slack et al., 2018, p.583).

A disciplina dentro de uma empresa é importante para evitar que o ambiente de trabalho fique desgastado rapidamente, ou seja, a desorganização e conseqüentemente os desperdícios voltem a rotina das operações (Santos et al., 2009, p.145).

Um 5S bem aplicado gera um local de trabalho limpo e organizado, o que é a base de um processo de melhoria (Dennis, 2008, p.48). Ele encoraja tanto a liderança como os trabalhadores a trabalharem juntos (Morgan e Brenig-Jones, 2012, p.170). Às vezes, por quase todos na empresa estarem envolvidos na aplicação da metodologia, muitas empresas incluem “Segurança” com parte dos esforços no 5S, e passam a chamá-lo de 6S (Gygi et al., 2012, p.286). Será mantida a nomenclatura original, 5S.

Quadro 1 - Os 5S em japonês, inglês e português

S	Japonês	Inglês	Português	Descrição
---	---------	--------	-----------	-----------

(Senso de ...)				
1º	<i>Seiri</i>	<i>Sort</i>	Utilização	Classifica os itens, mantendo apenas o que for necessário e descartar o que não for
2º	<i>Seiton</i>	<i>Set</i>	Organização	Um lugar para tudo e tudo no lugar
3º	<i>Seiso</i>	<i>Shine</i>	Limpeza	Atua como uma inspeção que deixa visível as condições anormais, predisposições que podem prejudicar a qualidade e provocar problemas no equipamento.
4º	<i>Seiketsu</i>	<i>Standard</i>	Padronização e Saúde	Implementar sistemas e procedimentos para garantir e monitorar os três primeiros S.
5º	<i>Shitsuke</i>	<i>Sustain</i>	Disciplina e Autodisciplina	Manter estável o local de trabalho é um processo constante de melhoria contínua e precisa do engajamento da liderança.

Fonte: Elaborado pelo autor

2.2.3. *Just-in-time* - JIT

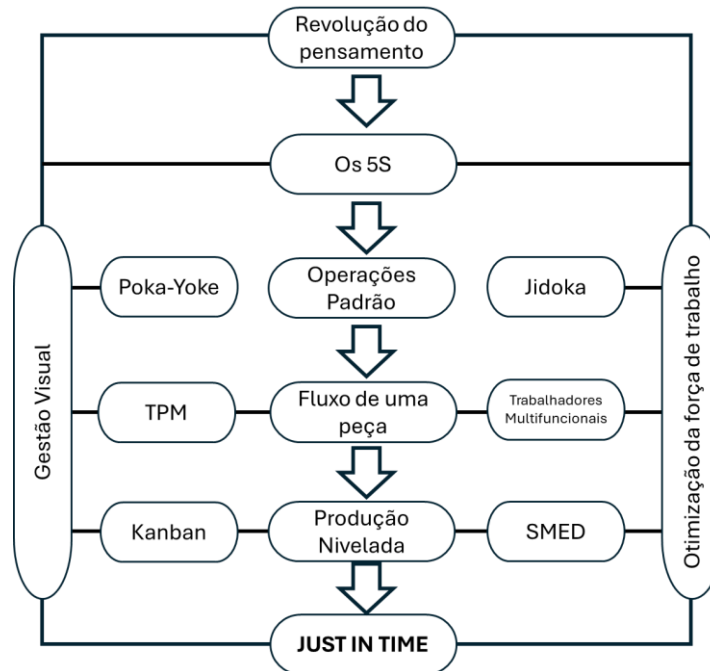
Conforme visto anteriormente, o JIT é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção (TPS-*Toyota Production System*), o qual foi o precursor do *Lean Manufacturing* e também do Pensamento *Lean*. É um estado ideal para a gestão da produção, é ter na linha de produção o componente na hora e quantidade certas para se produzir o produto, ou seja, se o processo obedece a um fluxo integral, isso significará estoque zero. (Ohno, 1997, p.3-4).

Um alinhamento com as áreas que fornecem as matérias primas, ou fornecedores que entregam os materiais ou peças que serão usados para a produção do seu produto, precisa existir e estar em pleno funcionamento, pois caso contrário, perdas surgirão, inventário aparecerá em seu processo, e outros desperdícios estarão presentes consequentemente.

Segundo Santos et al. (2009, p.5), Shingo & Ohno desenvolveram várias metodologias para dar suporte ao JIT, pois corroboram para que a entrega do produto certo,

no local certo, na quantidade certa e na hora certa, ocorra. A Figura 6 apresenta algumas dessas metodologias. Algumas estão presentes nessa pesquisa.

Figura 6 – Princípios e pensamento *Just-in-time*



Fonte: Adaptado de Santos et al. (2009, p.5)

2.2.4. Desempenho da Produção

A administração da produção é julgada por seu desempenho. Entretanto, há muitas formas importantes de analisar o desempenho e há muitos indivíduos e grupos diferentes fazendo essa análise. Além do mais, o desempenho pode ser avaliado em diferentes níveis (Slack, 2018, p.41).

Segundo Slack (2018, p.51-61), o desempenho das operações pode ser analisado sob 5 objetivos:

1. Qualidade
2. Velocidade
3. Confiabilidade
4. Flexibilidade
5. Custo

Santos et al. (2009, p.161) trazem que “A gestão visual possibilita identificar e descobrir, por inspeção visual, áreas com problemas e desperdícios, com baixo desempenho. Um dos objetivos da gestão visual é administrar anomalias na produção e nos estoques.

A habilidade de dizer com um simples olhar qual é o trabalho e o andamento de cada etapa é chamado de “gestão visual”. Tornar o trabalho visual é a primeira etapa para se tornar capaz de entendê-lo e melhorá-lo. (Martichenko, 2012, p.5)

“Autonomação significa parar a linha de produção ou a máquina sempre que surgir uma situação anormal. Isso esclarece o que é considerado normal e o que é considerado anormal. Em termos de qualidade, quaisquer produtos com defeitos, são obrigados a aparecer, porque o progresso real do trabalho comparado aos planos de produção diária é sempre tornado visível. Essa ideia se aplica às máquinas e à linha, assim como à organização das mercadorias e ferramentas, do inventário, dos procedimentos de trabalho padrão e assim por diante. Nas linhas de produção em que se usa o Sistema Toyota de Produção, o controle visual, ou gerenciamento pela visão, é obrigatório (Ohno, 1997, p.109).”

Em qualquer empresa, portanto, seja *Lean* ou não, é essencial o estabelecimento de objetivos/metras, para que seu desempenho, nos 5 aspectos mencionados por Slack (2018), possa ser medido e haja um parâmetro de comparação entre o real e o desejado.

2.2.4.1. Metas / Objetivos

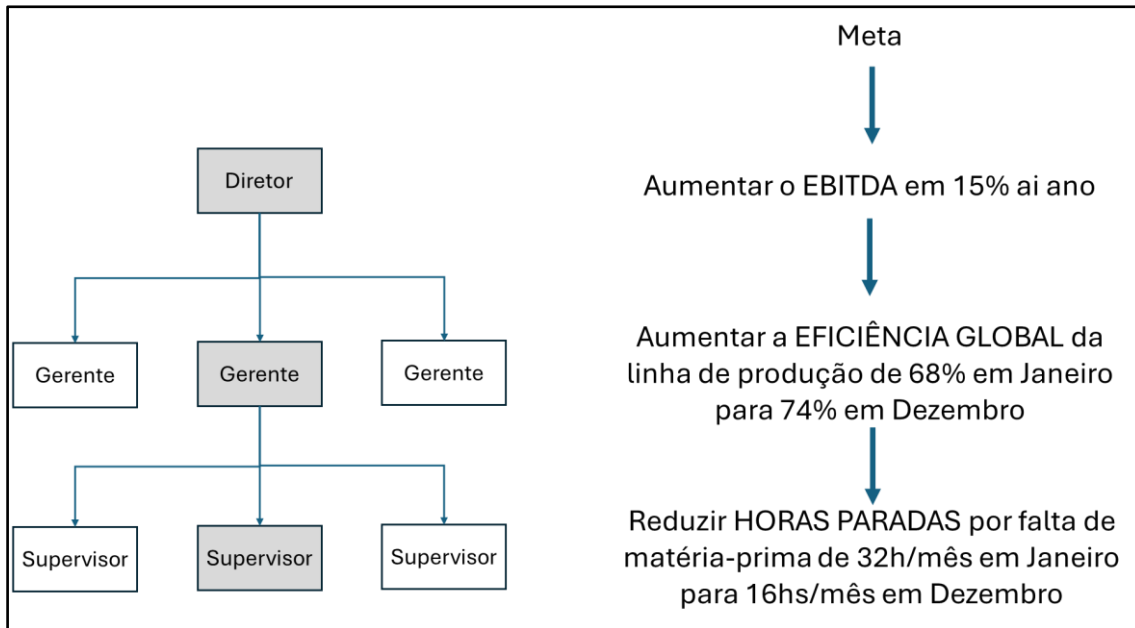
As metas decorrem, naturalmente, do Planejamento Estratégico. No entanto, caso não haja um Planejamento Estratégico formal, as metas financeiras (custos) devem orientar o que será feito nas outras frentes, pois elas serão o critério de prioridade para escolher entre vários problemas a serem atacados (Falconi, 2009, p.40).

“As metas são estabelecidas para estreitar a distância entre o real e o ideal” (Hosotani, 1989, p.168)”

Existem metas que são trabalhadas dentro dos departamentos (verticais) e outras que exigem um trabalho funcional ou interdepartamental (horizontais) (Falconi, 2009, p.41).

A Figura 7 mostra um exemplo de metas verticais, um modelo *Top-Down*, onde a meta estratégica precisa ser traduzida para os níveis abaixo, chegando ao nível operacional.

Figura 7 - Modelo estrutural com desdobramento uma meta



Fonte: (Falconi, 2009, p.42)

No exemplo da Figura 7, observe que reduzir horas paradas implica em maior produção, e, portanto, apesar de maior custo ao consumir mais matéria-prima, espera-se vender mais e portanto, podemos supor que se custo fixo de produção permanecer inalterado, os ganhos aumentam, impactando positivamente o EBITDA (*Earnings Before Income Tax Depreciation and Amortization*) da empresa.

2.2.4.2. Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs)

Os indicadores-chave de desempenho são os critérios explícitos de medidas, que devem monitorar as ações gerenciais em um processo. Os indicadores são definidos para nortear e quantificar o desempenho das ações e para estabelecer e avaliar o cumprimento

de objetivos específicos e metas, diante da natureza e da especificidade do processo. (Rodrigues, 2012, p.66)

Kubiak e Benbow (2012, p.56) explicam que os indicadores-chave de desempenho são métricas, ambas financeiras e não financeiras que refletem os direcionadores-chaves do negócio, conhecidas também por fatores de sucesso. Para sua criação é preciso ter em mente que eles devam ser:

- Quantificáveis e mensuráveis
- Baseados em metas
- Baseados na estratégia
- Alcançáveis em um tempo definido

Para a criação de indicadores-chave de desempenho é preciso que a organização já tenha definido de forma adequada todas as ações estratégicas. No segundo momento, é preciso definir os objetivos de cada unidade do nível tático, diante das estratégias, e com base nestes objetivos, identificar os processos cujo desempenho é preciso melhorar. No próximo passo, no nível operacional, é preciso identificar, delimitar, mapear e analisar os processos, atribuindo a cada um o grau de importância do desempenho do mesmo (Rodrigues, 2012, p.70).

Um exemplo do uso de KPIs na literatura é o trazido por Bianchini et al. (2024, p.16):

“A instalação de telas em cada departamento exibindo os KPIs calculados e suas tendências, alcançou um objetivo importante e inesperado. Isto tem gerado uma concorrência saudável entre os operadores, priorizando a melhoria dos indicadores e aumentando a eficiência global dos processos”

2.2.5. Análise de Causa Raiz

Resolver um problema significa identificar a causa raiz e eliminá-la. O teste para saber se a causa raiz foi eliminada ou não é a habilidade de fazer o problema aparecer e sumir, se a causa raiz for introduzida novamente. (Kubiak e BenBow, 2012, p.488)

Várias ferramentas são usadas para encontrar a causa raiz de problemas existentes, como os 5 Por quês, Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de causa e efeito, Gráfico de Pareto, Árvore de análise de falha, FMEA, etc.

Não necessariamente existe apenas uma causa-raiz para um problema encontrado. Às vezes precisamos gerenciar várias causas-raiz para eliminar o problema (Kubiak e BenBow, 2012, p.489).

“Na Toyota, por exemplo, os 5 porquês é a super técnica que usamos no dia a dia”. Essa foi a resposta que surpreendeu Liker (2004, p.246) quando entrevistou Yuichi Okamoto, ex-vice-presidente da Toyota. O *genchi-genbutsu*, ir ao local onde o problema acontece, é outra etapa fundamental para achar a causa raiz do problema (Liker, 2004, p.249). Ela se baseia em se perguntar “Porquê?” 5 vezes para entender os porquês das respostas dadas sobre um problema. Simples como uma criança de 5 anos querendo entender como as coisas funcionam.

Outra técnica bastante usada ao buscar encontrar as causas-raiz de um problema, é fazer uma lista dos possíveis “suspeitos”, “culpados”, através de um *Brainstorming*, e pode ser um bom começo no processo investigativo. (Morgan e Brenig-Jones, 2012, p.140). A busca é por resolução dos problemas que se apresentam. Ferramenta como o Diagrama de afinidade, também podem ser usadas para resolução de problemas (Gygi et al., 2012, p.102).

Independentemente do que as palavras “resolução de problemas” possam nos levar a pensar, o foco básico da resolução de problemas, no caso da Toyota, não está nas soluções, mas em entender tão profundamente a situação atual num sistema de trabalho, em primeira mão, que a solução correta se torne óbvia e praticamente caia no seu colo (Rother, 2010, p.140).

Neste capítulo foram trazidas da literatura, um pouco da história do surgimento do termo *Lean na década de 80*, da produção enxuta, do pensamento *Lean* e seus princípios, as 8 perdas ou os 8 desperdícios do Lean, ferramentas do *Lean* que foram desenvolvidas ao longo dos anos como mapeamento de processo através de um fluxograma, do fluxograma com *swimlanes*, o SIPOC e o VSM, também o 5S, uma ferramenta muito usada por sua simplicidade mas muito eficiente, o *Just-in-time*, o desempenho da produção

através da definição de metas e objetivos e a gestão visual de indicadores-chave de desempenho, bem como a análise de causa raiz. Todo esse referencial teórico será usado no próximo capítulo no processo de implementação dos princípios Lean com o objetivo de transformar uma pequena empresa em uma empresa *Lean*.

3. IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo encontra-se a identificação da empresa, objeto deste estudo, o planejamento para a condução da pesquisa, a pré-visita à empresa realizada, protocolo para a coleta de dados usando entrevistas com o dono da empresa, com o gerente de projetos, com os trabalhadores que executam o processo e através da observação direta feita pelo pesquisador. Na sequência são apresentados o mapeamento do processo realizado através do SIPOC e depois do VSM. A caracterização das 3 versões de um processo é apresentada, o SIPOC é construído e depois, o VSM, com um detalhamento mais rico sobre o estado atual do processo. O treinamento dado sobre os desperdícios do Lean, 5S e então a construção do VSM – Estado Futuro. Um plano de ações para alcançar o estado futuro através da execução de ideias para a eliminação dos desperdícios. Uma matriz esforço x benefício é construída para ajudar na priorização dessa execução, e é baseada em critérios bem explícitos.

Para se aplicar o método pesquisa-ação, observou-se as melhores práticas encontradas na literatura. Nesse estudo, foi usado o que Miguel et al. (2012, p.159) sugere como etapas para o desenvolvimento do protocolo da pesquisa.

3.1 A EMPRESA

Com atuação no mercado local onde está inserida, A M&M's é uma pequena empresa de fabricação de estruturas metálicas, e é neste contexto que a presente pesquisa busca contribuir para aplicação do *Lean* em uma indústria no setor manufatureiro. A M&M's fornece serviços como:

- Concepção do Projeto
- Desenho
- Planejamento
- Fabricação
- Montagem

A M&M's atua não só na grande metrópole onde está situada, mas também em outros estados. A M&M's foi estabelecida em 1997 e tem clientes em vários mercados, como:

- Redes de restaurantes
- Redes de supermercados
- Rede de hotéis
- Rede de postos de gasolina
- Agências de automóveis
- Centros comerciais
- Igrejas
- Armazéns

O mercado de galpões e estruturas metálicas está aquecido, e há uma demanda crescente pelos produtos. Há uma preocupação por parte da liderança da M&M's, se ela será capaz de atender a essa demanda com a estrutura e práticas de manufatura usadas hoje por ela (as quais não são *Lean*). A empresa trabalha basicamente com 3 produtos:

- Edifícios Estruturados (*Structured Building*)
- Estruturas Metálicas Pré-Fabricadas (*Pre-Engineered Metal Buildings - PEMBs*)
- Vigas - (*Bar Joist*)

As figuras 8, 9 e 10 mostram essas estruturas, respectivamente.

Figura 8 - Edifícios Estruturados



Fonte: M&M's, 2024

Figura 9 - Estruturas Metálicas Pré-Fabricadas - Galpões



Fonte: M&M's, 2024

Figura 10 - Vigas (*Bar Joist* ou *Steel Joist*)



Fonte: MCN, 2024

Produtos como portões, escadas, corrimãos, compõem os projetos de galpões ou estruturas metálicas, por isso não estão sendo especificados como “produtos” da empresa.

3.2 PLANEJAMENTO

O planejamento da pesquisa-ação foi a primeira atividade desenvolvida, seguindo o modelo sugerido por Miguel et al. (2012, p.155). Foi definido o contexto e propósito da pesquisa-ação (empresa e pergunta da pesquisa), foi definida estrutura conceitual teórica (capítulo 2 desse trabalho), e foi selecionada a unidade de análise e técnicas de coleta de dados (entrevistas, sistemas da empresa e observação direta), onde o pesquisador é parte

integrante da equipe da unidade de análise estudada. Um protocolo de pesquisa foi elaborado para direcionar o processo e evitar desalinhamentos.

3.3 COLETA DE DADOS

Foram usados nessa etapa, entrevistas com os trabalhadores da empresa, bem como com a liderança. Foram feitas visitas à fábrica para observar o “*modus operandi*”, conforme protocolo (ou roteiro) de pesquisa desenvolvido. Foi criado um Protocolo de Pesquisa para nortear o levantamento de informações junto a empresa, conforme indicado por Miguel (2012, p.248). Para aumentar a confiabilidade do estudo, a elaboração de um protocolo de pesquisa deve ser feita para apresentação do método de coleta de dados e conduta a ser adotada na sua aplicação (GIL, 2002, p.140). O protocolo está descrito a seguir.

3.3.1 Preparação Pré-Visita

O dono da M&M's foi contatado via telefone, e por e-mail foi enviada uma apresentação com os objetivos da pesquisa, descrição geral do estudo e apresentação do pesquisador. Um contato pessoal foi agendado para alinhamento do cronograma, definição de pessoas parte da equipe da unidade a ser analisada e pessoas a serem entrevistadas e áreas potenciais da empresa para o desenvolvimento da pesquisa.

Foi solicitado ao dono da M&M's, o acesso às bases de dados da empresa para coleta de dados históricos, se houvesse. O dono da empresa se dispôs a apoiar o projeto, colaborando com todas as iniciativas de acesso a dados com o objetivo de validar as informações das entrevistas, quando possível.

3.3.2 Entrevistas

Como a empresa está com um número pequeno de trabalhadores, em conversa com o proprietário (que também foi entrevistado) ficaram autorizadas entrevistas com todos os trabalhadores da produção e com o gerente de projetos.

As perguntas das entrevistas encontram-se no Apêndice B. Foram em sua maioria fechadas. Caso o entrevistado respondesse de forma a gerar dúvidas, o pesquisador elaborou perguntas complementares para esclarecer possíveis erros de interpretação.

3.3.2.1 O dono da empresa

Durante a 1ª entrevista com o dono da M&M's, foi exposto com mais detalhes os objetivos da pesquisa, o papel do pesquisador, o papel da liderança da empresa e dos trabalhadores, e como a empresa poderá se beneficiar com o trabalho de pesquisa. Em uma segunda visita à empresa, além do dono da empresa, o gerente de projetos foi convidado a participar e se inteirar da pesquisa.

O dono da empresa iniciou a empresa em 1997 e conhece cada etapa do processo não só na teoria, mas também na prática. Seu contato com os trabalhadores é diário, e visita o chão de fábrica para saber o status de cada atividade que está sendo executada bem como sentir o clima entre os trabalhadores. É muito comum nesse contato expressar suas opiniões sobre o processo que está sendo executado pelos trabalhadores, assim como dar dicas e realizar discussões para que sejam resolvidos problemas, sanar dúvidas que existam, e se necessário for, ele envolve outras pessoas da cadeia de suprimentos para ajudar.

O dono da empresa compartilhou um pouco da história da empresa, grandes projetos, objetivos, dificuldades, concorrentes, sonhos. Deixou claro que nunca houve uma iniciativa formal de implementação de produção enxuta, metodologia ou programa de melhoria contínua ou até mesmo um programa de qualidade. Ele comentou que gostaria de se tornar membro do Instituto Americano de Construções em Aço, o que resultaria em uma certificação, e para tal, uma série de requisitos deveriam ser obtidos. Um movimento da empresa, padronizando seus processos e implementando uma metodologia que impacte segurança, eficiência, qualidade e custo, elevando o patamar da empresa aos

níveis dos grandes “players” do país, é algo que ele sonha e acredita poder alcançar. A proposta feita pelo pesquisador de estabelecer um plano para implementação do Lean em sua empresa foi recebida com grande entusiasmo.

Durante alguns questionamentos ao dono da empresa sobre a quantidade de material armazenado, ele confessou que no passado, por ter recursos disponíveis (pessoas e materiais), decidiu antecipar alguns projetos que ele cria que entrariam em produção em um curto espaço de tempo, o que não se concretizou, gerando produtos finais específicos para um determinado projeto e que dificilmente poderá ser aproveitado em outra obra. Outro comentário que ele fez foi ideias de expansão das operações, e por isso comprou equipamentos que seriam instalados. Como a expansão não veio ainda, esses equipamentos estão ocupando área que poderia ser usada para armazenamento de materiais de projetos atuais, e por estarem, em alguns casos, sob as intempéries do tempo, muitos estão se deteriorando, o que futuramente, caso venham a ser aproveitados, deverão passar por um processo de reparação, aumentando assim os custos que, inicialmente foram considerados baixos.

Uma vez feito o alinhamento entre o pesquisador e a liderança da empresa, foi iniciado o processo de preparação das entrevistas com os quatro grupos de trabalhadores.

3.3.2.2 Gerente de projeto

Essa função basicamente é responsável por garantir que cada projeto seja completado dentro do prazo acordado com os clientes pelo dono da empresa. Como a empresa é pequena, atividades como levantamento e compra de materiais, impressão dos desenhos que serão usados para fabricação, esclarecimento de dúvidas do projeto aos trabalhadores que o estão fabricando, acompanhamento diário do andamento do projeto e agendamento do transporte para levar as estruturas prontas da fábrica para a obra, fazem parte das atribuições do gerente de projeto atualmente.

Durante a entrevista, ficou claro que o gerente de projeto domina as etapas de fabricação de estruturas metálicas, porém ele não tem experiência prática nos processos

fabris. Ele compartilhou o que são suas atribuições diárias, os dados e sistemas que usa para o controle de projetos.

A empresa usa o sistema *Monday* para o gerenciamento de projetos.

Os custos são medidos em toneladas fabricadas, mas há falhas no cálculo pois, alguns projetistas incluem o peso das peças nos documentos enquanto outros, não. O custo por tonelada não é revisado sistematicamente, ou seja, não há uma frequência definida para essa avaliação e ajustes nos preços praticados. Não há um padrão usado hoje para esse cálculo e internamente não há um sistema/fórmula que os calcule. Toda estimativa de custo do projeto é feita pela área quadrada e altura do projeto, usando a experiência do dono e alguns funcionários com mais tempo de casa.

As atividades de contabilização de materiais a serem comprados é completamente manual, o que pode, em uma situação favorável, tomar de 1 a 2 dias do gerente de projetos para ser concluída. Há diferenças grandes entre um projetista e outro. Algumas informações enviadas por um projetista que não são necessariamente as mesmas informações enviadas pelo outro projetista, ficando explícita a falta de padrão na área de projetos, o que afeta diretamente o trabalho do gerente de projeto para algumas atividades. Por exemplo, um dos desenhistas agrega o peso de cada peça, enquanto o outro não o faz. Essa falta de padrão e ausência de informação, não permite que cálculos mais precisos sejam feitos para determinar o peso da estrutura, e conseqüentemente, o custo do projeto. Em quase 4 anos usando os serviços de um dos projetistas, raríssimas vezes a empresa teve uma conversa com ele sobre as necessidades e oportunidades de melhoria na documentação do projeto. Há um *gap* na comunicação entre a empresa e projetista.

Outro ponto levantado durante essa entrevista, é que as prioridades mudam com uma frequência muito alta. Há uma sensação de que sempre há um incêndio a ser controlado. O padrão "*fire-fighting*" está presente quase que diariamente. Sabe-se que a flexibilidade no atendimento ao cliente é um dos pontos fortes da empresa, mas por outro lado, interrupções frequentes nas atividades dos trabalhadores geram estresse e frustração quanto ao término do projeto e fluxo / fluidez das atividades. Isso gera inventário entre os principais processos. A falta de espaço para armazenamento de materiais é visível e o acúmulo de materiais em lugares inapropriados é uma realidade. Devido a essa desorganização no armazenamento, perde-se tempo na busca pelos materiais quando o

projeto entra em produção. Também se nota uma movimentação de materiais para reposicionamento, a fim de alcançar o material que precisa ser usado no momento.

O gerente de projetos compartilhou a existência de resto de materiais de outros projetos. Alguns estão em “*racks*”, outros estão no fundo da fábrica em uma área aberta, outros largados em alguma área da M&M's. Não se tem o controle desse material, e por isso e a escassez de recursos, é mais fácil para um novo projeto, comprar tudo o que se precisa ao invés de verificar se parte desse material existe no inventário de sobras. Um levantamento desse inventário poderia reduzir custos de vários projetos e aumentar os ganhos da empresa.

Nota-se o não uso do conceito de confiabilidade de fornecedores (nunca foi feita uma análise para saber o quão confiáveis são os fornecedores), faz com que os materiais a serem usados sejam pedidos com mais antecedência que a necessária, gerando assim inventário parado dentro da fábrica, até o projeto comece a ser produzido.

Ele também mencionou, e pôde-se observar a compra de material em excesso pois como o processo de otimização de corte é manual, um pouco mais do que o necessário é comprado, aumentando assim as sobras. Outro fator é a preocupação caso erros em alguma etapa ocorra e venha a faltar material para concluir o projeto, e por não ter as sobras inventariadas, o gerente de projetos solicita um pouco mais daqueles volumes maiores. Já há um movimento de checagem da BOM (*Bill of Material*) e organização/identificação de sobras, para evitar esses excessos.

3.3.2.3 Trabalhadores (Chão de fábrica)

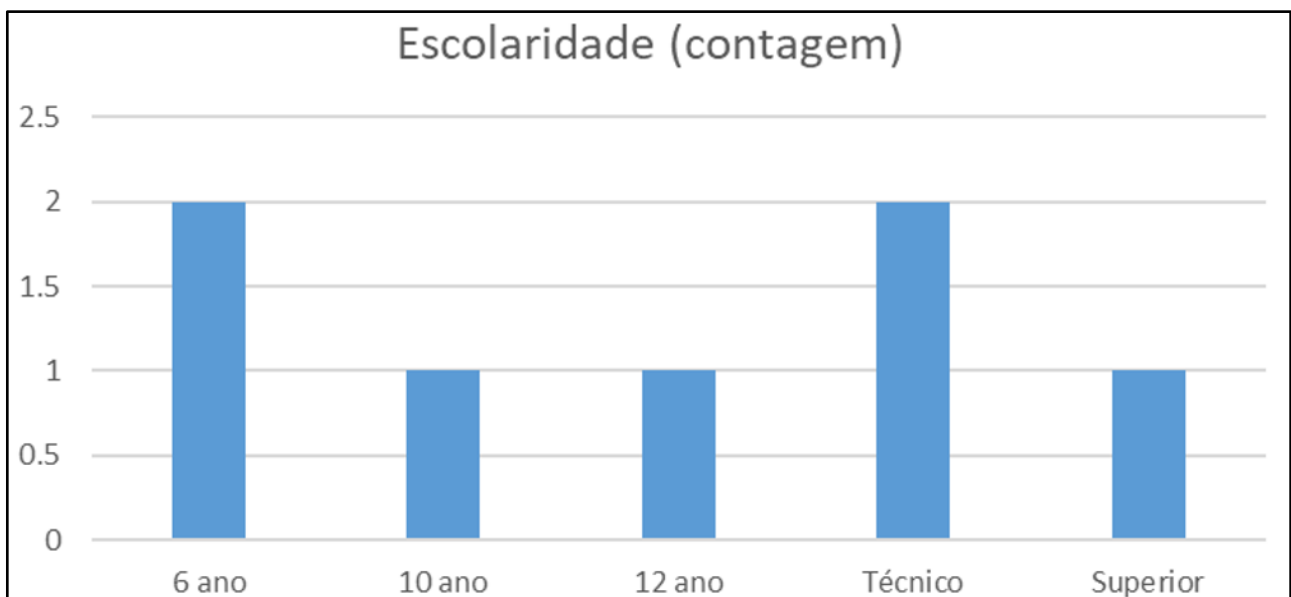
Além de uma breve explicação sobre o objetivo da entrevista, foi feita uma breve apresentação do pesquisador. Para trazer mais segurança ao processo, foi explicado sobre a confidencialidade das informações, e o comprometimento com os dados colhidos, reforçando sigilo e privacidade das informações. Todos sem exceção concordaram em participar da entrevista. Os trabalhadores estão divididos de acordo com os quatro principais processos, sendo que alguns podem desempenhar funções em várias áreas,

mas em linhas gerais, cada um tem uma área principal. Eles só são realocados para outras áreas caso haja uma demanda que precisa ser atendida.

A primeira parte da entrevista foi dedicada à confirmação de alguns dados do colaborador, como, nome, tempo de experiência, função, área que está habilitado a trabalhar, nível de escolaridade. O tempo médio de casa é de 5.28 anos. Não é um grupo novo, o que requer esforço no processo de transformação da cultura. A escolaridade do grupo pode ser vista no Figura 11.

A segunda parte da entrevista conteve perguntas no sentido de confirmar se o colaborador já havia ouvido, vivenciado, sido treinado em alguma ação envolvendo o conceito de *Lean Manufacturing* e suas ferramentas. 100% dos trabalhadores do chão de fábrica nunca participaram de iniciativas ligadas ao *Lean Manufacturing* na M&M's ou em empresas anteriores.

Figura 11 – Escolaridade dos trabalhadores do chão de fábrica



Fonte: Elaborado pelo autor

Durante as entrevistas, ficou evidenciado que o processo produtivo da M&M's é composto por 4 etapas principais, conforme a Figura 12. São elas:

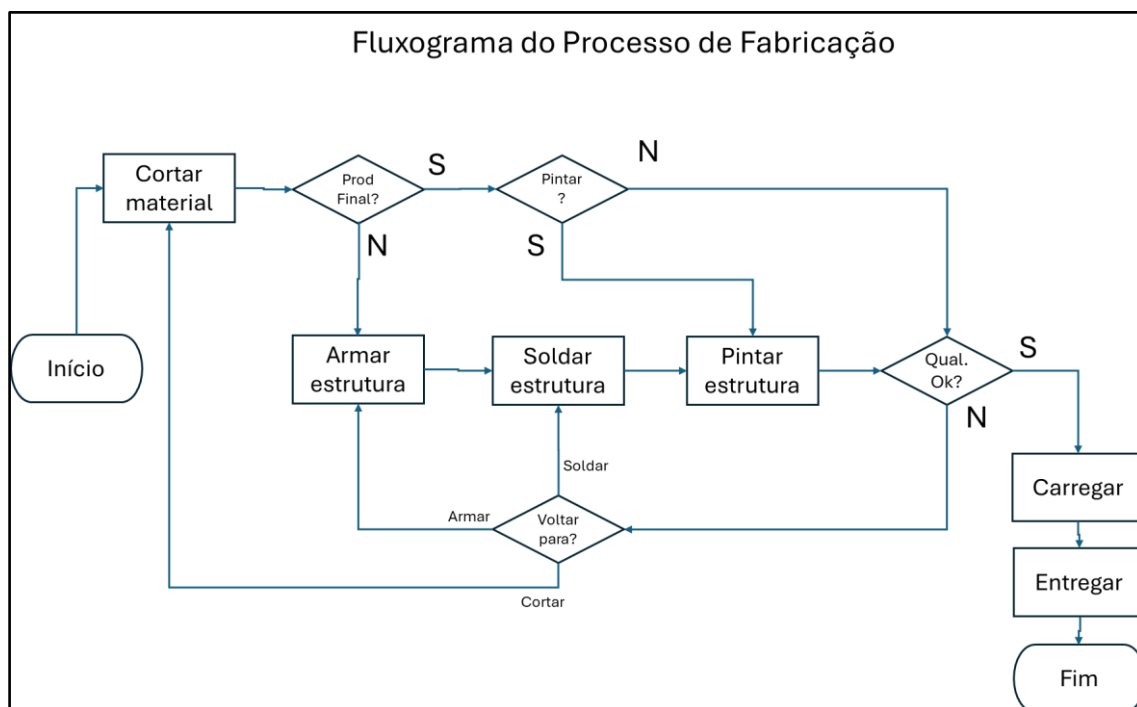
1. Corte, Furo ou Dobra

2. Armação da estrutura
3. Solda
4. Pintura (aplicação do prime)

Existem outras etapas do processo, como definição do escopo do projeto, elaboração técnica do projeto, aprovação do cliente, compra de materiais para a produção do projeto, e processos pós-produção como envio das estruturas para a obra e montagem das estruturas na obra. Essas etapas não serão abordadas de forma mais detalhada, mas poderão ser mencionadas caso haja necessidade.

Os trabalhadores compartilharam que há uma comunicação feita entre o líder de produção e eles, no sentido de dizer o que cada um deles precisa fazer, e principalmente aos que cortam material e aos que armam a estrutura, pois a equipe de solda e pintura, solda e pinta o que é enviado para eles. Muitas vezes os soldadores e pintores nem sabem dizer para que projeto estão trabalhando.

Figura 12 - Fluxo do processo da M&M's



Fonte: Elaborado pelo autor

Os cortadores recebem uma lista, contendo os materiais e a quantidade de peças que devem ser cortadas. Tanto os projetistas como o gerente de projetos, são os

responsáveis por gerar essa lista, otimizando o corte para que a menor quantidade possível de material seja desperdiçada, diminuindo assim o desperdício. Não há local de armazenamento de peças do projeto X ou Y, por exemplo. Para diferenciar um do outro, são colocados nas peças, códigos usando cores diferentes. Isso é interessante pois é possível ver um certo *color code* sendo usado. Todos os trabalhadores, ao concluir sua etapa do processo, atualizam sua lista, colocando que tarefa foi completada e quando. Dessa forma, é possível calcular um *cycle time* em dias, o que na verdade não reflete a realidade, pois o *cycle time* de um processo de corte pode demorar minutos, ou um processo de punção ou furação pode demorar segundos. Esse mesmo conceito se aplica às etapas de armação, solda e pintura. Dependendo da complexidade do projeto, uma peça poderia demorar mais de 1 dia para ser montada, mas dificilmente ela demoraria mais de um dia para ser soldada ou pintada.

Um dos cortadores compartilhou sua frustração ao buscar certos materiais para serem cortados. Como comentado, devido à falta de espaço apropriado e organização para armazenamento da matéria prima, muitas vezes ele precisa transportá-las de um lugar a outro para poder acessar aquelas desejadas, elevando assim o tempo do processo de corte. A forma como se descarregam os caminhões e a falta de espaço adequado para armazenamento, ou até mesmo a chegada antecipada de material de outros projetos, podem provocar esse tipo de situação. A comunicação sobre a chegada de material e saída das estruturas para as obras não é acurada.

Os armadores de estruturas recebem os desenhos detalhados de como cada estrutura deve ser fabricada. Esse é o processo mais complexo da produção, pois o armador precisa montar o “quebra-cabeças”. As estruturas são armadas usando as peças que foram cortadas na etapa anterior. Basicamente o armador, olhando o desenho, coloca cada peça em sua posição e a fixa com um ponto de solda. Para se colocar a peça na posição, uma combinação de medidas, cálculos e marcações são feitas para que o posicionamento seja o mais preciso possível. Dependendo da variação de posicionamento de uma peça, provavelmente um defeito na hora da montagem final na obra ocorrerá, causando atrasos e custos adicionais para solucionar o problema. Dependendo da variação, a equipe de montagem talvez resolva o problema na obra, caso contrário, a estrutura deverá ser enviada para um ajuste na fábrica. No pior caso, uma nova estrutura deverá ser confeccionada. Esses problemas, em muitos casos são reportados pela equipe

externa de montagem, e há uma grande possibilidade de não serem registrados de forma a medir a qualidade do produto sendo fabricado. Não há indicador para isso. Em conversa com o líder de montagem, o pesquisador foi informado que uma viga a mais foi enviada para uma obra, e por não ter como solicitar um caminhão só para trazê-la de volta, ele tomou a decisão de cortar a viga ao meio para poder transportar no trailer puxado por sua caminhonete. Um exemplo de defeito, que gerou material a ser descartado.

O líder da produção desenvolve a função de armador. Ele é o funcionário mais experiente da equipe, e possui um background de montagem, pois trabalhou na equipe externa por 8 anos. Ele pode realizar qualquer atividade/função na produção, desde recebimento de materiais até a carga de estruturas finalizadas nos veículos que fazem a entrega delas.

Os soldadores são os trabalhadores, conceitualmente e tecnicamente, mais bem qualificados do grupo, devido aos cursos disponíveis e exigidos para a atividade de solda.

O leiaute do processo parece ser bem funcional, em forma de U, criando um senso de fluxo. Não se nota muito movimento dos armadores, soldadores e pintores, pois possuem sua região de trabalho mais definida, quando comparados com a função de cortador, pois há várias máquinas para execução das atividades de corte.

Quando o dono da empresa foi entrevistado pela primeira vez, ele disse que não tinha nenhuma “dor” com relação ao seu processo, apesar de saber que havia oportunidades de desenvolver melhorias. Durante a pesquisa, e observação em atividades de planejamento, não foram poucas vezes que ele expressou preocupação com o atraso na entrega, ligações de clientes cobrando a entrega, correria para entregar os projetos em determinado dia (já com atraso). Não há um planejamento detalhado de produção, e os acertos são mais por “sorte” do que por escolha/decisão estratégica e o uso de um processo confiável de planejamento, controle de produção.

Todos os trabalhadores da área de corte e armação usam uma mesma marca de trena em suas atividades, pois no passado observou-se que o uso de trenas de marcas diferentes estava ocasionando variações nas medições, que dependendo do tamanho da peça, provocava erros que geravam problemas na montagem das estruturas na obra.

3.3.3 Observação direta

Desde a primeira visita à M&M's, pode-se observar os quatro processos de produção, e que os trabalhadores estão ocupados o tempo todo. Mesmo que não haja uma atividade sendo executada por falta de material, o líder da produção tem a responsabilidade de atribuir a cada recurso disponível, tarefas como limpeza, organização da área, organização dos inventários existentes, suporte a colegas para acelerar a disponibilidade de material ou produtos intermediários. Há movimento, transporte de materiais, e inventário, por todos os lados. Parte desse inventário é consequência de superprodução do passado, e não se sabe se será possível aproveitar esse material em outros projetos no futuro (esse será um desafio da liderança para os próximos meses). Outra parte do inventário é gerada por recebimento de material comprado de fornecedores antes do momento em que ele será usado. Parte é consequência de mudanças nas prioridades dos projetos e, portanto, o material fica em espera até o momento de retomar à linha de produção. Parte desse inventário é “resto” de outros projetos, os quais poderiam ser usados em projetos seguintes. Como não se tem a identificação desse material, é mais fácil para um novo projeto que será iniciado, comprar todo o material necessário evitando assim atrasos ou tempo desperdiçado na procura dos materiais sobrantes disponíveis.

Quando se necessita fazer alguma estrutura, e decide-se buscar o material dentro do inventário existente, observa-se o colaborador responsável pela atividade, com sua trena, medindo os materiais no inventário, aqui, ali, acolá, a procura de uma peça que sirva para fabricar o que foi demandado. A desorganização do inventário gera isso. Observou-se muito movimento do colaborador. No final o a peça que se acreditava existir não foi encontrada. Em outra ocasião, diante da demanda solicitada, foi comentado que não havia tal material no inventário. Não se dando por vencido, e crendo que tal material existia no inventário da empresa, o pesquisador saiu em busca da “barra” perdida. Depois de cerca de 20min, a peça foi encontrada, mas ao apresentar o material ao colaborador que a buscava, obteve-se a resposta de que ela estava muito oxidada, e que para usá-la, outros 60 minutos seriam necessários para prepará-la para a fabricação. Diante dessa e outras respostas semelhantes, inclusive do dono da empresa, parece haver uma cultura do não uso de materiais com um certo nível de oxidação, por outro lado, eles também não são

descartados, existindo um inventário que não se sabe o que será feito com ele, se será reaproveitado ou se será vendido para reciclagem a preços muito baixos.

Para se ter uma ideia dos valores, observou-se uma grande peça oxidada no fundo da empresa. O dono da empresa a avaliou em US\$1500 (um mil e quinhentos dólares). Pelo peso, se vendida como sucata, teria um valor de \$13 (treze dólares), menos de 1% de seu valor, se nova.

Em um dia de trabalho na pesquisa na empresa, observou-se 5 caminhões a serem descarregados, contendo material para 4 projetos, sendo que somente 2, em média, são fabricados por vez. Não havendo lugar determinado para armazenamento de materiais por projeto, os materiais foram “amontoados” a fim de que os caminhões fossem descarregados e liberados. Desse material, 50% ficaram parados por quase 3 semanas esperando seu momento de entrar em produção. O ambiente é semiaberto e a umidade do ar é alta na cidade, provocando oxidação no material. O material é de aço-carbono. Quanto mais tempo parados, as chances de oxidação aumentam, o que vai exigir mais tempo de preparação para aplicação do *prime* posteriormente.

A comunicação sobre chegada de material para os projetos e saída das estruturas prontas para a obra ou para algum serviço terceirizado não é precisa. Várias vezes observou-se os trabalhadores recebendo material que não sabiam que ia chegar, bem como avisados que precisavam se organizar para enviar estruturas de um projeto que “precisam sair hoje”. Quando isso acontece, há necessidade de deslocamento de recursos das áreas para ajudar nessas atividades. As tarefas que estavam sendo executadas pelos recursos deslocados precisam ser interrompidas para priorizar o descarregamento ou carregamento. Há uma concorrência para o uso das pontes rolantes e empilhadeiras, o que pode acarretar a interrupção de atividades de corte, armação, solda e pintura, aumentando o *cycle time* dessas atividades. Tudo sempre é muito “compreensível” por parte dos trabalhadores. “Claro que podemos ajudar nessa emergência”, dizem os trabalhadores. A atividade se tornou prioridade pois o gerente de projetos ou o dono da empresa demandaram uma alteração na “programação de trabalho”, para atender às pressões dos clientes. Aqui existe uma grande oportunidade do desenvolvimento de uma sistemática para o planejamento e controle de produção, desde a negociação com clientes sobre datas de entrega, desenho e aprovação do projeto, compra de materiais, recebimento de

materiais, planejamento de cada etapa da produção, entrega das estruturas e em alguns casos, a montagem do prédio pela equipe terceirizada da M&M's. Vale ressaltar que alguns miscelaneous são feitos pela M&M's também, como adicional ao projeto, como um portão, uma escada externa, corrimãos, guarda-corpo.

3.4 MAPEAMENTO DO PROCESSO

Diante da necessidade da M&M's de reduzir e/ou eliminar desperdícios, ser mais eficiente, aumentar sua produtividade diante da demanda crescente, de suas limitações como pequena empresa com recursos limitados, e diante dos exemplos de sucesso apresentados pelo pesquisador e a proposta de implementação dos Princípios *Lean* em sua produção, a liderança aceitou seguir com a pesquisa. Após as entrevistas, seguiu-se então com o mapeamento de seu processo de produção.

Como visto anteriormente, o mapeamento do processo na implementação dos princípios *Lean* é uma das ferramentas que tem um grande uso. Ele permite uma visão do fluxo e é possível agregar informações que ajudam a enxergar os desperdícios existentes.

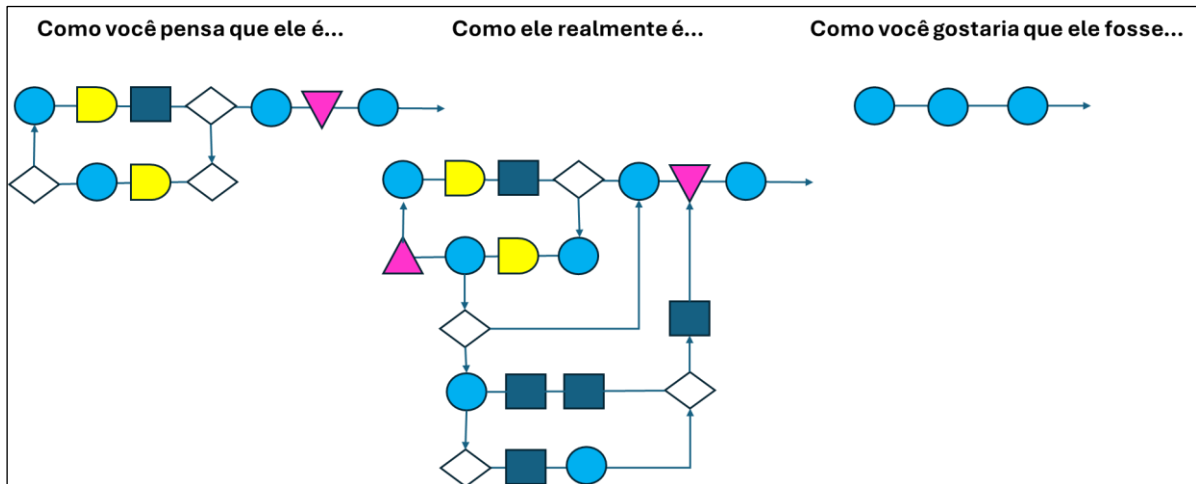
Há no mínimo 3 versões de um processo segundo CDL (2024):

1. Como você pensa que ele é...
2. Como realmente ele é...
3. Como você gostaria que ele fosse...

Essas 3 versões de um processo é algo muito comum em treinamentos sobre *Lean*, e em cursos para certificação *Yellow*, *Green* e *Black Belt*. A representação gráfica dessas 3 versões fica bem representada na Figura 13.

O mapeamento é uma ferramenta apropriada para que todos tenham a mesma visão do processo e suas relações.

Figura 13 – As três versões de um processo



Fonte: adaptado de CDL, 2024

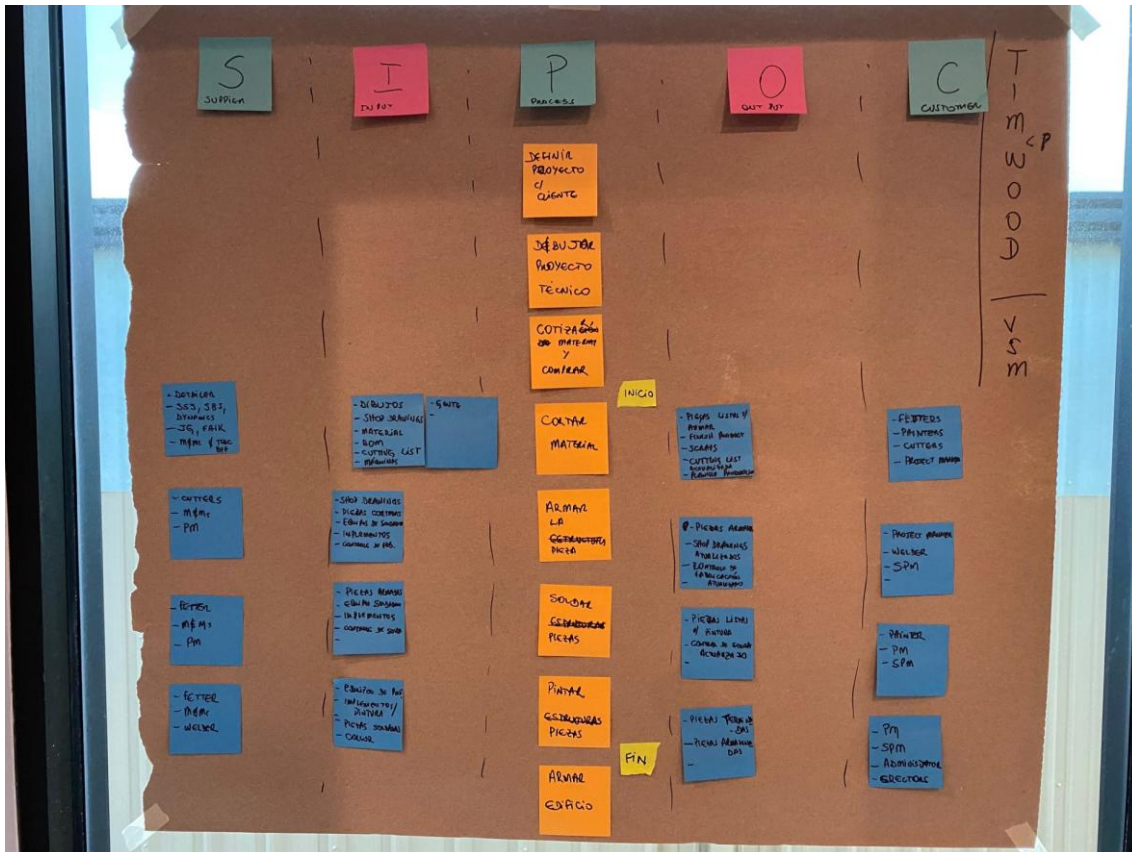
A M&M's nunca havia mapeado seu processo. Foi proposto iniciar esse mapeamento usando um mapa de alto-nível, o SIPOC, com dois objetivos básicos:

1. Colocar a liderança da M&M's a par de como pode ser a representação do seu processo
2. Confirmar clientes e fornecedores, e as relações entre eles e, Entradas e Saídas dos processos existentes hoje.

3.4.1 SIPOC

Segundo Kubiak e Benbow (2018, p.146), o SIPOC é uma ferramenta muito útil no estudo dos processos. Duas sessões com a liderança da M&M's foram realizadas para mapear o processo de produção de estruturas metálicas. Iniciou-se pelo estabelecimento de 5 a 7 etapas do processo, suas saídas e entradas, bem como fornecedores e clientes de cada uma das etapas. Foi muito interessante ver a participação da liderança e entender como eles veem seus processos internos e os elementos associados a cada etapa. Na Figura 13 é possível ver o resultado das sessões de mapeamento do processo da M&M's.

Figura 14 - SIPOC do Processo de Produção da M&M's



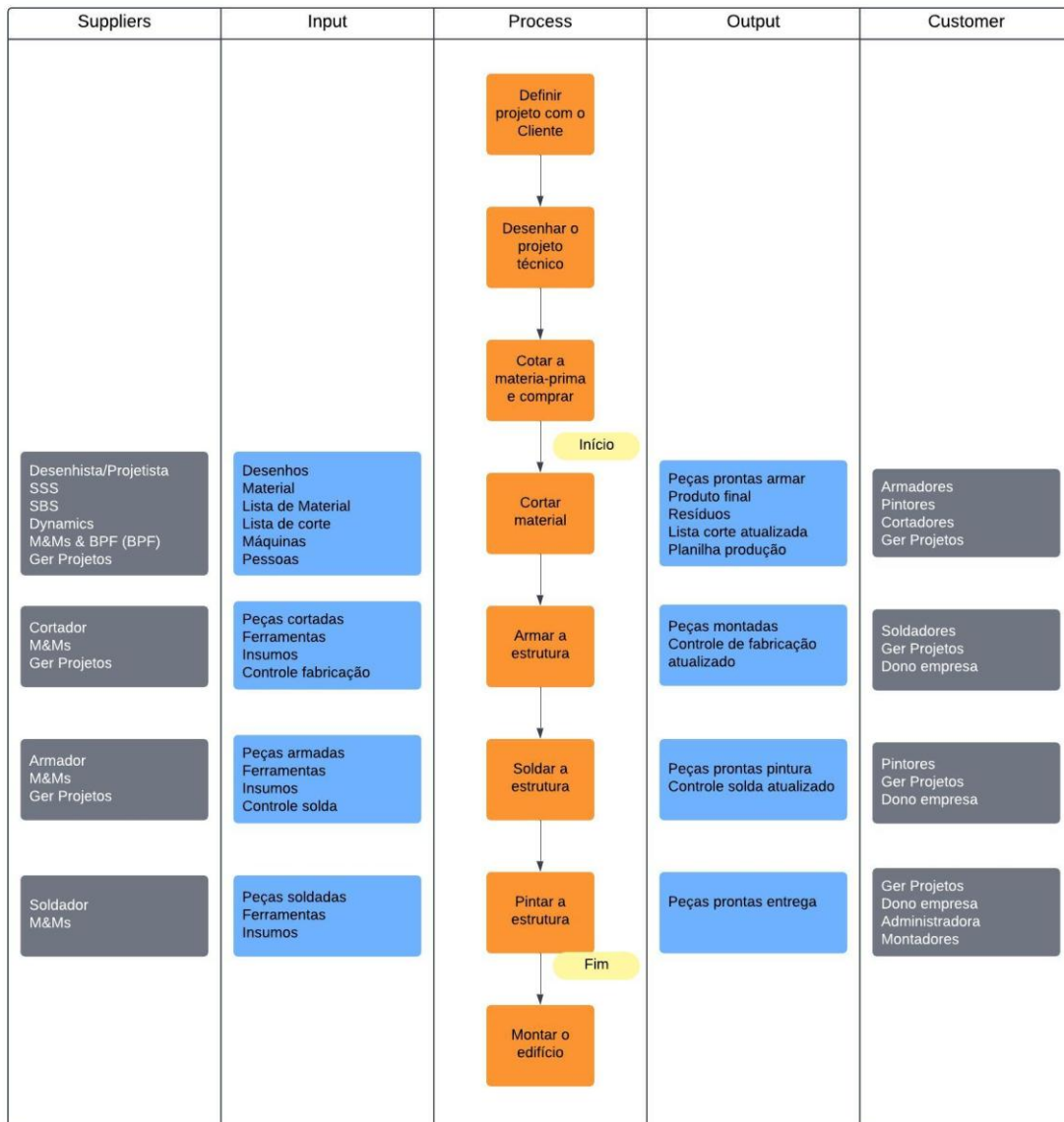
Fonte: Elaborado pelo autor

Como se pode ver na Figura 14, a dinâmica de mapeamento, que foi realizada com a participação dos membros da unidade a ser analisada, e foi feito em duas sessões, e foram usados materiais simples como papel, *post-its*, lápis e caneta, os quais permitem alterações enquanto se desenha o fluxo e vai se aprendendo sobre o processo.

Na Figura 15 o processo foi digitalizado para melhor entendimento e compreensão.

Como a liderança da empresa nunca havia feito um SIPOC, a abordagem iniciou-se pela coluna de processos. Apesar do mapeamento possuir 8 processos definidos pelos retângulos laranja, foi explicado aos participantes que o foco seria nas 4 etapas de manufatura. Observa-se o símbolo “terminal” para representar início e fim, o que significa que não serão tratados nessa pesquisa, as demais etapas fora dos limites estabelecidos. Após a concordância sobre os 4 processos principais, coletou-se dos participantes, especialistas nos processos existentes, as entradas necessárias para que o processo pudesse ser executado. De novo, como o SIPOC é um mapa de alto nível, não são mapeadas todas as entradas e saídas. O foco é sempre colocado nas mais relevantes.

Figura 15 - SIPOC do Processo de Produção da M&M's - Digitalizado



Fonte: Elaborado pelo autor

Por questão de coerência ao modelo escolhido, um mapa de alto nível, as entradas e saídas também foram limitadas às mais importantes, caso contrário, não seria um mapa de alto nível. Logo depois foram definidos os provedores das entradas (*inputs*) e clientes que têm interesse / são beneficiados com as saídas (*outputs*) geradas pelo processo. Foram discutidas as relações entre entradas / saídas, e entre os provedores e clientes. Observa-se que um cliente pode assumir o papel de provedor (*Supplier*) em outra etapa do processo e que saídas de uma etapa podem ser entradas em outra. Interessante observar como o entendimento dos participantes é ampliado a respeito dos componentes de seus

processos e das relações entre eles. Outra observação interessante é ver como cada participante tem sua própria visão do processo, não vendo certos detalhes que são trazidos pelas visões de outros participantes. Quando tudo isso é colocado junto, há uma normalização do entendimento do processo entre todos os participantes. O material é rico e pode ser usado para treinamento de novos trabalhadores. Sua revisão é recomendada sempre que desejado, mas principalmente, sempre que houver alterações. Após a construção do SIPOC, a liderança da M&M's e o pesquisador desenvolveram um mapa mais detalhado do processo, o VSM.

3.4.2 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV/VSM)

Foi visto anteriormente que o fluxo de Valor é o segundo princípio do *Lean* (Item 1.1). Na sequência do estudo, construiu-se o VSM e foi usado o SIPOC como ponto de partida para o detalhamento do processo produtivo da M&M's. O VSM permite que mais detalhes sejam mapeados em cada processo, como número de recursos disponíveis para cada etapa, inventários antes e depois das etapas, como são feitas as interações com clientes e fornecedores, e como as informações fluem internamente entre a área de planejamento e a produção. O VSM é o melhor caminho para que a liderança da empresa enxergue as atividades que agregam valor, e especialmente, as fontes de desperdícios, a relação entre o fluxo de informação e de materiais, e forma a base de um plano de implementação de melhorias, do *Lean Manufacturing* (Rother e Shook, 2003, p.4). Mais importante do que mapear é implementar um fluxo que agregue valor (Rother e Shook, 2003, p.5).

3.4.2.1 Estado Atual

Em uma sessão com a liderança da empresa, iniciou-se a construção do VSM. Os conceitos básicos desse mapeamento, bem como os símbolos usados para identificar cada etapa, atores, dados do processo, tráfego de informações na cadeia de valor etc., foi exposto antes da atividade para que houvesse um melhor entendimento do mapeamento por parte dos participantes, e dos objetivos e propósitos por trás do uso da ferramenta, segundo Rother e Shook (2003, p.4). O VSM da M&M's não é muito grande, pois o processo produtivo está limitado a quatro atividades básicas, e a família de produtos está limitada, aparentemente, a três como já visto anteriormente. Outras duas sessões foram necessárias para concluir o VSM.

Segundo foi levantado, durante o mapeamento, a M&M's tem aproximadamente 50 clientes compondo seu portfólio. Sabe-se também que o produto que é fabricado é customizado ao cliente (altura/largura/comprimento do prédio, número de vigas ou treliças, escadas interna ou externa, número de pisos/andares, tamanho e localização de portas e janelas, mezanino, etc). Não há uma quantidade grande de projetos sendo fabricados ao mesmo tempo. São de 1 a 2 projetos em produção por vez. Em termos de fornecedores, o número é pequeno, cerca de 10. Quando questionados sobre número de pessoas por etapa, cerca de duas pessoas estão disponíveis em média. Em termos de tempo de execução de cada etapa do processo, o *cycle time*, deparou-se com um sistema de medição cuja unidade não representa a realidade, e ainda há falhas no processo de captura dos tempos. Essa unidade é expressa em dias.

Os clientes entram em contato com a empresa através de e-mail, SMS e telefone. A empresa entra em contato com os fornecedores da mesma forma. Os materiais chegam na empresa através de transporte terrestre e as estruturas prontas, saem também através de transporte terrestres. Conforme coletado, a área de planejamento de produção interage com a produção através de documentos em papel e interações *face to face* diariamente. Uma lista de corte é passada para o líder da produção bem como os desenhos de fabricação do projeto, que contém instruções de como será armada cada estrutura. A área de planejamento de produção também é responsável por repassar as folhas de controle, de corte, fabricação e solda. Não há folha de controle de pintura e o controle de armação

é feito também direto nos desenhos do projeto. O líder de produção (que é um armador) é o responsável por repassar a lista de corte aos cortadores, os desenhos aos outros armadores, e as prioridades para cada colaborador nos quatro processos. A empresa só tem um turno de trabalho, o diurno. Os trabalhadores trabalham de segunda a quinta das 6:00AM às 6:00PM com uma hora de almoço. Às sextas-feiras o período é das 6:00AM às 5:00PM com uma hora de almoço e aos sábados das 6:00AM às 2:00PM com uma hora de almoço. Das 61 horas de trabalho semanais, 48 horas são normais (8 horas por dia, 6 dias na semana) e mais 13 horas extras. As horas-extras já estão dentro da rotina diária dos trabalhadores. Já houve uma tentativa de redução, mas houve indicações que se elas fossem retiradas, alguns trabalhadores migrariam para outras empresas cujo modelo é exatamente o que a M&M's vive hoje. Estimou-se então um total de 10:30 hs, 37800s) para o turno no VSM. Não há reuniões oficiais e os tempos de limpeza não são programados. As limpezas são feitas sempre que a área está suja, ou um projeto foi terminado e o próximo se iniciará, ou há alguma oportunidade por falta de material, então, os trabalhadores aproveitam esse tempo para organizar a área.

Em termos de recursos, as áreas de Corte e Solda possuem 2 trabalhadores. A área de Armação e pintura 1 colaborador cada. O *cycle time médio* na área de corte é de 24 minutos (1440s). Há peças que levam até 35 minutos para serem cortadas, outras, levam 1 minuto. Na área de armação, o *cycle time* médio é de 2 horas (7200s), enquanto solda e pintura, o *cycle time* médio é de 1 hora (3600s). Em todos os 4 processos, a estimativa de disponibilidade de equipamentos é de 95%, pois cada colaborador tem os seus equipamentos/ferramentas (exemplos: máquinas de solda, cavaletes, alicates), e poucos são os equipamentos de uso compartilhado (exemplos: ponte-rolante, empilhadeiras). Não há um controle de utilização dos equipamentos, nem uma estratégia de manutenção preventiva. Quebras foram observadas durante a pesquisa em uma serra de fita e em uma das pontes-rolantes. No caso dos equipamentos de uso comum, a disponibilidade é impactada devido à concorrência no uso por outro trabalhador. Toda “manutenção” é feita quando o equipamento quebra, então, o tempo para reparo é ainda maior, dependendo da prioridade, disponibilidade de peças de reposição e técnico especializado para realizar o reparo. Observou-se, por exemplo, uma serra de fita parada há mais de 6 meses por falta do motor que foi enviado para reparo, e que não teve o orçamento aprovado devido a custos e falta de ação por parte da liderança em finalizar o caso. Outro exemplo foi uma

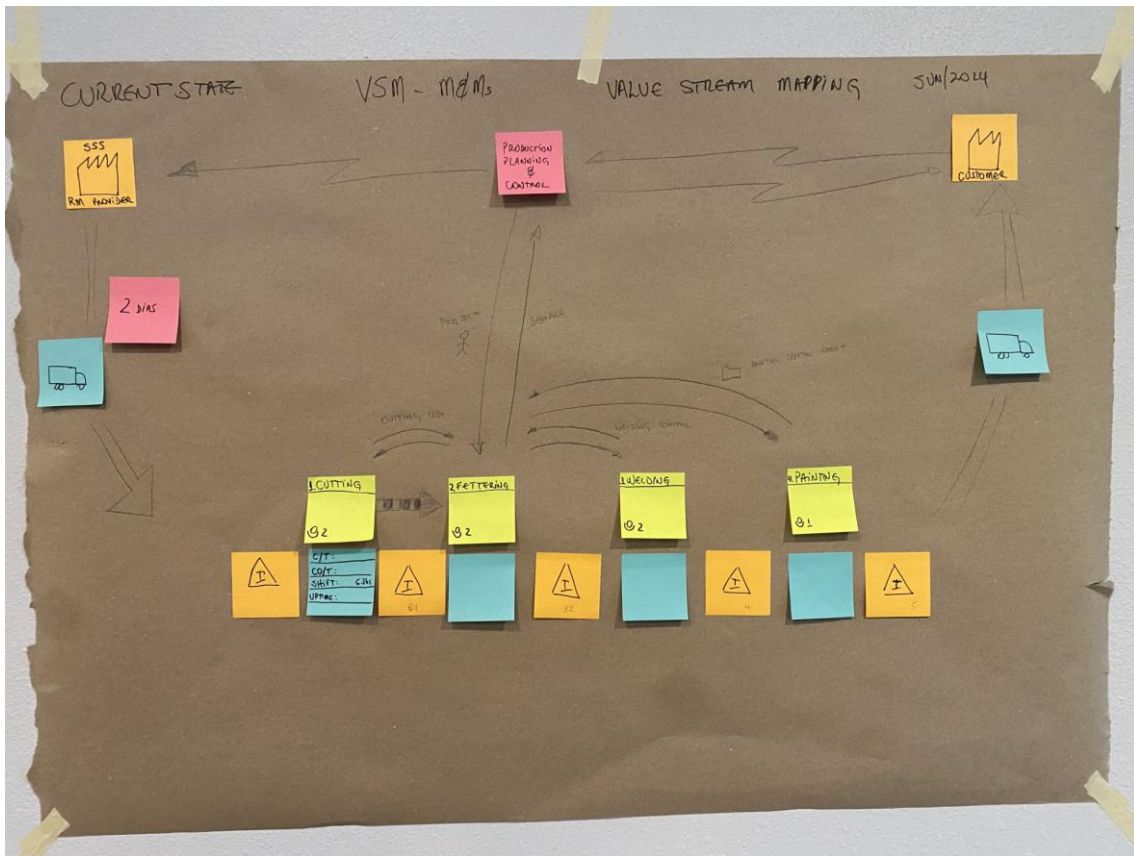
empilhadeira parada há mais de 1 ano por “falta de profissional adequado para reparo” e a existência de outra empilhadeira que estava sendo compartilhada. Devido a essa concorrência para uso da empilhadeira, materiais, pessoas e processos esperam. A empresa possui 4 galpões, e em dois deles existem 2 pontes-rolantes cada. Toda a movimentação de material nos outros dois galpões, na maioria das vezes é feito por empilhadeira. Se há um carregamento ou descarregamento, processos como corte, armação e pintura podem ser diretamente impactados, pois são os trabalhadores dessas áreas os responsáveis pelo carregamento e descarregamento de materiais e produtos. Quando isso ocorre, projetos esperam, atividades esperam.

Há inventário por toda a empresa, seja de matéria prima ou estruturas semiacabadas ou acabadas entre os processos. Como mencionado anteriormente, esse inventário gera outros desperdícios como espera, defeito, mais inventário, movimento e transporte. Esse excesso produz falta de espaço apropriado para armazenamento de novos materiais e produtos. A área de planejamento, uma vez aprovados os projetos, algumas vezes solicita os materiais sem avaliar a existência de parte do material dentro do inventário da empresa, ou do início da produção e espaço disponível, ou solicita o material por ordem do dono da empresa que imagina começar o novo projeto assim que o material chegar, o que não acontece em quase 100% das vezes que se observou situações como essa.

A Figura 16 mostra o início do mapeamento do estado atual da M&M's com “lápiz, papel e caneta” e *post-its*. A Figura 17 é a imagem do VSM digitalizado para melhor entendimento e clareza.

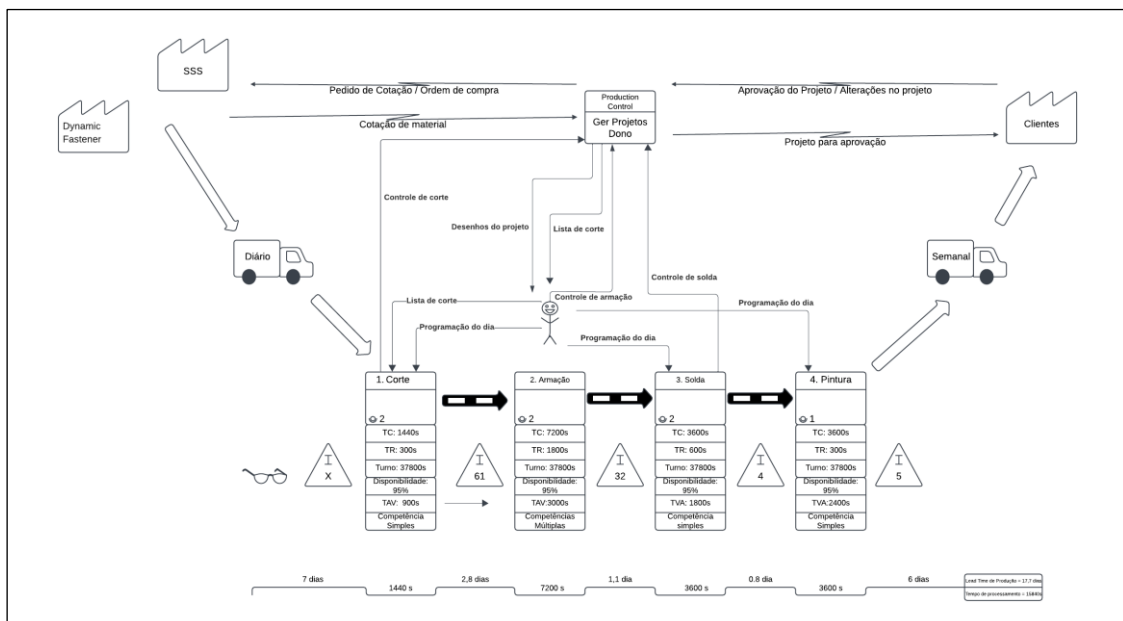
Nos dias em que o VSM foi elaborado, coletou-se os inventários existentes, não sendo possível medir o inventário de matéria-prima pois a quantidade era grande e estava espalhada por vários lugares da empresa, por isso da variável X no VSM representa o inventário de matéria-prima antes do processo de corte. Segundo uma estimativa do dono da empresa, o valor desse inventário é algo ao redor de R\$ 1.500.000,00 ou equivalente a 180 tons. Nessa estimativa estão as sobras de outros projetos, materiais comprados em excesso para algum projeto, compras por oportunidade e não necessariamente com perspectiva rápida de uso e os materiais comprados para projetos em linha de produção que aguardam sua vez para serem usados.

Figura 16 - VSM - M&M's - Estado Atual



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17. VSM - M&M's - Estado Atual - Digitalizado



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.2.2 Desperdícios do Lean

Após a construção do VSM, segundo Rother e Shook (2003, p.57), deve-se buscar quais são os desperdícios encontrados em toda a cadeia de valor do processo da M&M's. Uma empresa *Lean* busca fluxo contínuo e produção puxada, ou seja, uma etapa só é executada quando a etapa à frente o solicita.

Para que fosse possível identificar desperdícios no processo produtivo da M&M's, foram apresentados durante o desenho do estado atual do VSM, os 8 tipos de desperdícios propostos pelo *Lean* (*MUDA*). Como a liderança da M&M's nunca trouxe para o seu processo produtivo as práticas do *Lean Manufacturing*, o conceito de “Desperdícios do *Lean*” foi algo completamente novo para eles. Um treinamento foi preparado para liderança, o qual poderá ser usado para os demais trabalhadores. O treinamento é uma excelente oportunidade para que a liderança proponha ajustes de forma a maximizar o impacto junto aos trabalhadores da empresa, e é uma ótima oportunidade para trazer exemplos da própria empresa e seus desperdícios, bem como os desperdícios mais comuns no mercado em que ela atua, das experiências já vividas dos líderes dentro e fora da M&M's.

Devido às prioridades da liderança, o treinamento foi dado em 4 sessões de 1 hora. Participaram o dono da empresa, o gerente de projetos e a assistente da empresa, que compartilha responsabilidades com o gerente de projetos como compras, pagamentos, contatos com clientes, uma posição mais administrativa, mas que tem impactos diretos no processo produtivo. Procurou-se usar exemplos do dia a dia observados pelo pesquisador para um entendimento mais claro dos desperdícios do *Lean* dentro da M&M's. O treinamento se tornou mais produtivo quando outros exemplos foram agregados pelos participantes.

Como parte do processo de geração de conhecimento usando os 5 princípios do *Lean*, foi conceituado o que é valor para o cliente, atividades que agregam valor ao produto (*VA - Value Added*), atividades que não agregam valor ao produto (*NVA - Non Value Added*), e atividades que não agregam valor ao produto, mas são obrigatórias, sejam por demandas legais, sejam por demandas internas da M&M's. O conceito de cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição. Usou-se a sigla TIMWOODS para facilitar a memorização dos 8 desperdícios conforme as melhores práticas sobre o tema. Foi

comentado que originalmente eram 7 os desperdícios do *Lean*, mas que um 8º foi agregado posteriormente e amplamente aceito pelas empresas em nível global.

Para *Transportation*, foi comentado o quanto se movimenta materiais nos galpões da M&M's. Reforçou-se a diferença entre os desperdícios *Transportation* e *Motion*. *Transportation* é para materiais, coisas, e *Motion* é para pessoas. Como citado anteriormente, devido à falta de espaço específico para os projetos, e a chegada de muitos materiais antecipadamente, os trabalhadores precisam ir armazenando material “por onde dá”, e depois, no momento de uso, eles precisam ser “achados” e colocados na linha de produção. Por causa disso, há muito transporte de material, pois para usar um material no projeto, é preciso retirar o material que está por cima do material a ser usado, e esse material que está por cima vai para algum lugar temporariamente, até que seja necessário usá-lo, ou reposicionado para liberar espaço para outros materiais de algum outro projeto. Para o transporte de materiais, usam-se pontes-rolantes, empilhadeiras e às vezes, o trabalhador movimenta manualmente certos materiais, ou chama outro trabalhador para ajudá-lo, pois a ponte-rolante ou empilhadeira podem não estar disponíveis e o trabalho precisa ser feito, precisa seguir. O tema “segurança” é latente, pois pode haver quedas de materiais devido ao empilhamento, esmagamento de mãos e dedos caso o trabalhador que está operando a ponte-rolante ou a empilhadeira não esteja atento aos limites para sua segurança e dos demais trabalhadores.

Para *Inventory*, usou-se a situação corrente, e apenas citou-se onde estavam armazenados todas as matérias primas e produtos semiacabados e acabados. Esse é o desperdício mais fácil de se ver na empresa, pois ele está espalhado em todos os lugares. Além da existência do inventário, outro ponto que é um problema é a desorganização do inventário, ou seja, materiais iguais ou semelhantes armazenados em lugares diferentes, pilhas de materiais que dificultam o acesso àqueles de que se precisa, dificuldade de andar em algumas áreas a pé ou com as empilhadeiras. A questão da segurança passa a ser um problema, pois para acessar os materiais, o cortador, por exemplo, precisa se movimentar entre/por sobre os materiais, e o fato de não estarem bem acomodados, o cortador pode cair, escorregar ou tropeçar durante a movimentação. Dependendo de como o cortador se movimenta e como o material está acomodado, pode haver também o risco de queda do material empilhado. Tenta-se empilhar da melhor maneira possível, mas é possível observar muito material mal acomodado, como se tivesse sido largado de qualquer maneira

ou, devido a busca por outro material, outros são retirados “do caminho” e jogados de lado. O “depois eu volto para arrumar” na maioria das vezes não acontece. Grande oportunidade de conscientização, a qual a liderança está tomando ciência quando compara com os desperdícios do *Lean*, latentes.

Para *Motion*, usou-se o exemplo do colaborador que precisa de um determinado material e não sabe exatamente onde encontrá-lo, e por isso, despense tempo em busca do material ali, aqui e acolá. Usou-se também o exemplo de carregamento de caminhões, em que são carregadas peça por peça, e para que isso ocorra, o colaborador usando a ponte-rolante, precisa amarrar cada peça individualmente, içá-la, colocá-la no caminhão e desamarrá-la, e volta para pegar a próxima. O trabalhador sempre acompanha a peça segurando-a durante o transporte.

Para *Waiting*, usou-se os mesmos exemplos dos trabalhadores da pintura ou armação, que precisam parar seu trabalho para poder carregar ou descarregar caminhões, mudanças de prioridade de entrega. Nesse caso o projeto que estava em linha de produção tem que esperar até que o projeto que foi colocado com maior prioridade termine, para que aquele que está esperando volte a ser produzido. Não é raro um terceiro projeto ser priorizado e agora são 2 projetos em espera.

Materiais que chegam antecipadamente, precisam esperar sua vez para entrar em produção, e ocupam espaço que poderia estar livre ou sendo ocupado pelo projeto que está em produção. Comentou-se dos caminhões que chegam ao mesmo tempo e não há espaço ou recurso para carregá-los ou descarregá-los simultaneamente. Vão ter que esperar. O Cliente que espera o produto chegar pois está atrasado. Outros exemplos foram compartilhados também.

Para *Overproduction*, foi comentado que esse era considerado por Ohno (1997, p.13), como o pior dos desperdícios, pois eles geram praticamente todos os outros tipos de desperdício. Usou-se exemplo de estruturas “abandonadas” no fundo da empresa, provenientes de projetos que foram feitos pois os recursos estavam ociosos, e desejando antecipar um projeto, construiu-se estruturas e posteriormente o cliente não fechou o projeto com a empresa. Compra de conjuntos de parafusos, arruelas e porcas em quantidade muito maior do que é necessário. O Material foi deixado em algum lugar da empresa. Além da deterioração do material, há o desperdício de inventário pois estão

ocupando o lugar de outra matéria prima ou produto nas dependências da M&M's, gerando movimento quando se necessita e precisa encontrá-lo, ou transporte, caso haja a necessidade de organização e esses conjuntos precisem ser movimentados a outro lugar.

Para *Overprocessing*, comentou-se das soldas feitas com polegadas a mais por estrutura sendo que uma solda menor seria suficiente para dar a qualidade e resistência necessárias à estrutura. Outro exemplo poderia ser a aplicação de *prime* no último processo produtivo. Os pintores talvez façam mais movimentos para aplicação que o necessário para recobrir corretamente a peça, e aqui desperdício de movimento, podendo até ocasionar uma Lesão por Esforço Repetitivo (LER). Estruturas feitas com materiais mais espessos que o necessário, acarretando sobrepeso e custos mais elevados. Oportunidade de envolver os projetistas e desafiá-los quanto ao material usado.

Para *Defect*, usou-se o exemplo de materiais abandonados dentro de veículos da empresa. Esse material abandonado por mais de 2 anos em veículos no estacionamento da empresa, sob as intempéries, deteriorou-se, gerando sucata que será vendida por um valor muito menor que o que foi pago, gerando prejuízos para a empresa. Há também as próprias caminhonetes “abandonadas”, deterioradas, danificadas pelo mau uso e conservação. Comentou-se dos casos de materiais cortados no tamanho errado, furos feitos em lugares em que não deveriam estar, e estrutura que foi entregue ao cliente e que não foi possível usar, pois faltou algum encaixe, ou devido a um erro no desenho, ela foi fabricada errada. Não há um registro formal desses defeitos, como um formulário de reclamação de cliente ou registro interno de defeitos, de erros. No caso de peças defeituosas na obra, às vezes a equipe de montagem consegue fazer o ajuste. Às vezes a equipe de montagem precisa de uma peça para corrigir o problema. Se isso não for possível, a estrutura precisa ser enviada para a fábrica e passar pelo processo de correção e um novo envio será feito. O cliente espera e talvez a equipe de montagem tenha que esperar. Durante a pesquisa, foi observado uma situação em que a equipe de montagem foi até a fábrica para discutir o desenho de uma estrutura, pois não foi possível fazer a montagem com a estrutura que foi fabricada. O problema foi detectado e uma correção foi feita na obra para que a montagem seguisse.

Para *Skills*, apresentou-se os fatos de alguns trabalhadores terem muito mais habilidades em algumas áreas do que em outras. Devido a necessidade de cobrir *gaps* em

algumas áreas, moveu-se tais trabalhadores de suas áreas de expertise, e por isso, estão trabalhando em áreas cuja performance não é tão boa quanto antes, talvez seja o tempo de aprendizado, talvez as habilidades mais aguçadas para uma atividade do que para outras. Observou-se também que não há reuniões frequentes e sistemáticas entre os trabalhadores e a liderança/projetistas, para que sugestões de melhorias no processo possam ser implementadas, facilitando a fabricação. O dono da empresa deixou isso bem aberto, mas não foram observadas nenhuma sugestão durante a pesquisa.

Houve a oportunidade também de aplicar exemplos dos 8 desperdícios na área administrativa, o que é importante, pois há impactos diretos na área produtiva. Uma vez apresentados os 8 desperdícios do *Lean*, passou-se a buscá-los no VSM com o objetivo de se criar um plano de ação para alcançar o estado futuro do Fluxo de Valor, no qual os desperdícios devem ser eliminados, gerando um fluxo contínuo.

3.4.2.3 Estado Futuro

Em outra sessão, seguindo o processo de construção do VSM, a liderança da M&M's e o pesquisador, trabalharam identificando os desperdícios de cada uma das etapas do mapeamento feito. Para uma visão mais atualizada, os participantes foram convidados a irem ao chão de fábrica e passarem um tempo observando as atividades e anotando os desperdícios do Lean encontrados, a prática do *genchi-genbutsu*, ir ao local onde o problema acontece, como sugere Liker (2004, p.249). A Figura 18 mostra o VSM - M&M's - Estado Futuro e contém um compilado do que se encontrou.

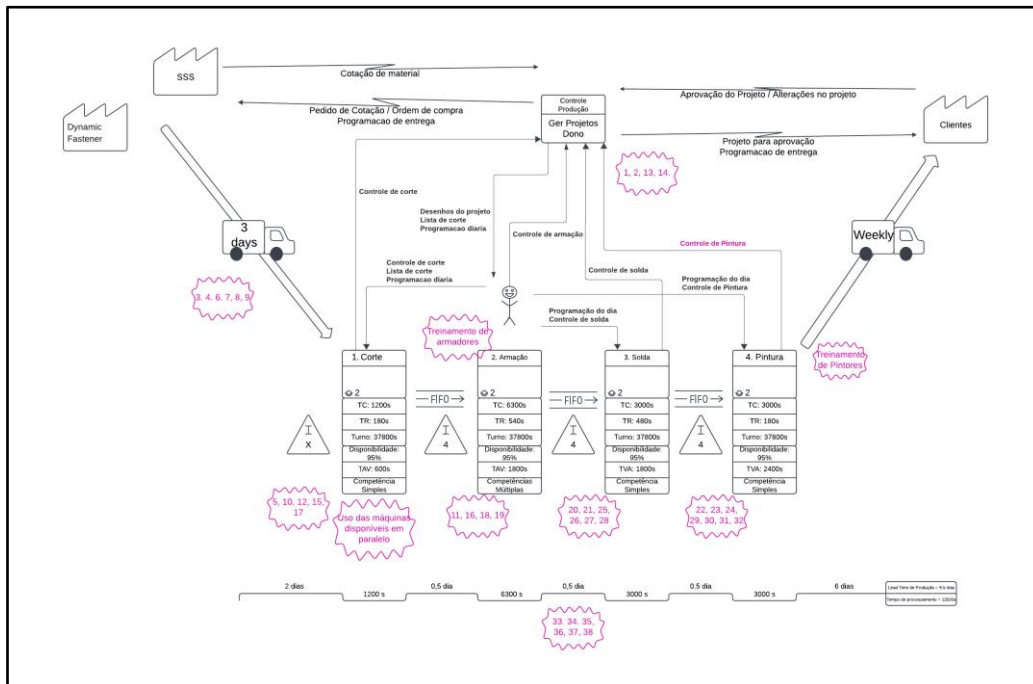
Identificar os desperdícios é uma parte do entendimento do porquê não há fluidez no processo, ou seja, fluxo contínuo. A Figura 19 é a forma digitalizada do VSM - Estado Futuro, com maior clareza e legibilidade.

Figura 18 - VSM - M&M's - Estado Futuro



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19 - VSM - M&M's - Estado Futuro - Digitalizado



Fonte: Elaborado pelo autor

Para cada etapa do processo produtivo, foram encontrados pelo menos 4 desperdícios. Veja no quadro 2 a lista de desperdícios por etapa do processo produtivo. Apesar do foco dessa pesquisa ser as etapas do processo produtivo, ficarão registrados também no VSM os desperdícios citados em outras áreas da M&M's.

Quadro 2 - Os desperdícios do Lean no VSM - Estado Futuro

#	Processo	Desperdício	Descrição
1	<i>Planejamento</i>	<i>Defeito</i>	O plano de produção não é acurado e a programação muda a todo momento.
2	<i>Planejamento</i>	<i>Espera</i>	As cargas para os clientes e as entregas de materiais não são comunicadas apropriadamente, e por isso, alguns trabalhadores precisam parar suas atividades para carregar e descarregar caminhões.
3	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Movimento</i>	Por não haver espaço apropriado designado para os projetos em curso, o descarregador precisa acomodar da melhor forma possível os materiais que chegaram. Isso gera o desperdício a seguir...
4	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Transporte</i>	Muitos armazenamentos temporários de materiais por não haver o lugar designado para cada projeto.
5	<i>Corte</i>	<i>Movimento</i>	O cortador precisa procurar onde está o material para um determinado projeto. Às vezes os materiais recebem identificação, às vezes não.
6	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Habilidades</i>	<p>O cortador normalmente é o trabalhador responsável por descarregar os materiais que chegam. Há equipamentos como ponte-rolante, serras, e uma melhor técnica para armazenar os materiais apropriadamente. Ex.:</p> <p>a) Calços colocados apenas nas extremidades podem ocasionar a torsão do material devido ao peso do mesmo.</p> <p>b) Materiais que são sobrepostos deveriam estar em uma sequência ótima para a melhor sequência de corte.</p> <p>A não observância desses pontos acarreta outros desperdícios, como mencionados a seguir.</p>
7	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Defeito</i>	Se o material descarregado não é armazenado corretamente (normalmente são peças compridas), pode haver deformação desse material devido ao

			peso, gerando problemas na utilização desse material, e às vezes há necessidade de reparar o material defeituoso antes de cortá-lo ou no momento de sua utilização na etapa de fabricação.
8	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Espera</i>	Se houver a necessidade de reparação do material deformado, há espera de outras atividades ou projetos
9	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Espera</i>	Os fornecedores de materiais enviam em seus caminhões, materiais para mais de um cliente. Às vezes a forma como os materiais foram carregados no fornecedor e a rota de entrega não estão alinhados, fazendo que o trabalhador da M&M's tenha que mover o material de outro cliente para poder ter acesso ao seu material e descarregá-lo.
10	<i>Corte</i>	<i>Transporte</i>	Devido à falta de espaço e excesso de inventário, o cortador precisa movimentar outros materiais para poder ter acesso aos que precisa para suas tarefas. Isso gera o desperdício a seguir...
11	<i>Armação</i>	<i>Espera</i>	Como o tempo para corte pode ser mais longo devido ao tempo gasto na busca do material, o armador tem que esperar o material ser cortado para dar andamento a suas atividades. Esse é um exemplo de impacto no princípio de Fluxo Contínuo do <i>Lean</i>
12	<i>Corte</i>	<i>Inventário</i>	Há um inventário de materiais provenientes de sobras de projetos e materiais comprados para atender algum pequeno projeto classificado como " <i>miscellaneous</i> ". Esses materiais estão armazenados em <i>racks</i> mas não estão identificados. Não há controle desse inventário. Isso quer dizer que é difícil aproveitar esse material para projetos e evitar o custo de compra de material similar. Se o controle existisse e o inventário estivesse identificado e armazenado de forma a localizá-lo facilmente, desperdícios como espera, movimento, transporte e defeito (disposição desse material para liberar espaço na empresa) seriam evitados.
13	<i>Planejamento</i>	<i>Inventário</i>	Como o inventário não é controlado, há a compra de material de forma desnecessária, pois é muito mais fácil comprar o material e garantir a entrega de tudo do projeto, do que gastar tempo fazendo o controle e usando os materiais em estoque. Há 5 caminhonetes paradas, pois a M&M's tinha o serviço de montagem das estruturas na obra. Esse serviço foi terceirizado, e essas caminhonetes foram deixadas no estacionamento, com seus

			compartimentos repletos de materiais como parafusos, porcas, arruelas, âncoras para concreto, extintores de incêndio e ferramentas. Isso gera o desperdício a seguir...
14	<i>Planejamento</i>	<i>Defeito</i>	O fato da empresa não usar o material existente em suas dependências, e em alguns casos como citado no item 13, ficar abandonado, o material fica sujeito às intempéries do clima, vindo a se deteriorar em alguns casos.
15	<i>Corte</i>	<i>Inventário</i>	O processo de corte é o primeiro dos quatro em estudo, o qual alimentará o processo de armação. Há peças grandes, pequenas, com furos, com dobras, e às vezes, não há nenhuma ação dos processos de armação e solda sobre as peças cortadas, pois elas vão direto para pintura e podem ir para o processo de galvanização em um terceiro. Esse processo, então, antecipa todo o material que será usado na etapa posterior, gerando inventário a armação devido ao acúmulo de peças cortadas para os projetos. A velocidade do corte e antecipação para que haja material para o processo de armação, normalmente gera inventário para a etapa de armação.
16	<i>Armação</i>	<i>Espera</i>	Se o processo de corte não seguir uma sequência apropriada (Ex.: peças para fabricar colunas deveriam ser cortadas primeiro, pois é a primeira estrutura que será montada na obra) corre-se o risco de que a equipe de armação tenha que esperar para iniciar sua atividade, ou ajudar a cortar para seguir o ritmo de produção.
17	<i>Corte</i>	<i>Defeito</i>	O cortador precisa estar atento às medidas de cada peça. As medidas são feitas usando o sistema de pés e polegadas. Se o cortador se distrair, as peças são cortadas e/ou furadas com medidas erradas. Isso pode ter impacto direto na armação e na montagem na obra. Pelo número de “peças” que se encontram “perdidas” nas dependências da empresa, deduz-se que, ou uma outra peça foi feita para repor a peça perdida, ou para repor a peça cortada errada, a qual não foi contabilizada como defeito e nem foi enviada para disposição como sucata, ou houve superprodução e o material tem o potencial de virar sucata.
18	<i>Armação</i>	<i>Espera</i>	Essa etapa do processo é a mais complexa, pois exige cálculos mais complexos, medições exatas pois uma peça se encaixará em outra, como um grande quebra-cabeças. Um ângulo errado, uma colocação um pouco torta afetará a montagem na

obra e será necessário a reparação da peça. O líder da produção é um armador, e devido à sua experiência e conhecimento, é uma pessoa muito consultada e exigida para resolver problemas. Sempre que isso acontece (carga e descarga de caminhões é um exemplo prático e muito comum), retira-se esse trabalhador de suas atividades de armação e a estrutura que ele está fabricando tem que esperar. Se esse processo for muito longo, isso pode gerar os dois desperdícios a seguir...

19	<i>Armação</i>	<i>Inventário</i>	Dependendo do tamanho e complexidade da estrutura, armá-la pode ser rápido, e dependendo da quantidade de armadores e soldadores, pode haver um desbalanceamento na produção e conseqüentemente, acúmulo de estruturas prontas para soldar. Em alguns casos, devido a limitação de espaço, pode-se observar dificuldades para movimentar a peça para a pintura com a ponte rolante, com empilhadeira, e até mesmo, andar na área com segurança. A produção é empurrada.
20	<i>Solda</i>	<i>Espera</i>	Caso não haja material a ser soldado, os soldadores esperariam. Isso dificilmente acontece, pois sempre há algo para se fazer em outra área, ou mesmo limpar ou organizar a sua área.
21	<i>Solda</i>	<i>Defeito</i>	O processo de solda requer uma combinação de trechos curtos e longos. Em peças como as treliças, às vezes um trecho pode ser esquecido. A equipe de pintura, detectando tal falta, aciona o soldador novamente para fazer o que faltou. Isso gera os 4 desperdícios que seguem...
22	<i>Pintura</i>	<i>Movimento</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro.
23	<i>Pintura</i>	<i>Transporte</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro.
24	<i>Pintura</i>	<i>Espera</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro, e por isso, o trabalho de pintura espera.
25	<i>Solda</i>	<i>Espera</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro, e por isso, o trabalho que o soldador estava fazendo tem que esperar.
26	<i>Solda</i>	<i>Inventário</i>	Dependendo do tamanho e complexidade da

			estrutura, soldá-la pode ser rápido, e dependendo da quantidade de soldadores e pintores, pode haver um desbalanceamento entre essas duas etapas e conseqüentemente, acúmulo de estruturas prontas para pintar. Em alguns casos, devido a limitação de espaço, pode-se observar dificuldades para movimentar peça entre a solda e pintura com a ponte rolante, com empilhadeira, e até mesmo, andar na área com segurança. A produção é empurrada.
27	<i>Solda</i>	<i>Transporte</i>	Devido ao inventário de estruturas para soldar, os soldadores precisam movimentar as estruturas de um lugar para outro para acomodá-las e colocá-las em produção.
28	<i>Solda</i>	<i>Movimento</i>	Devido ao inventário de estruturas para soldar, os soldadores precisam movimentar as estruturas de um lugar para outro para acomodá-las e colocá-las em produção.
29	<i>Pintura</i>	<i>Habilidades</i>	Um dos trabalhadores, hoje na armação, pintava 15 treliças por dia enquanto os novos conseguem fazer no máximo 9 cada. Esse desperdício existe em decorrência de que os novos pintores estão gastando tempo preparando a estrutura muito mais do que se precisa.
30	<i>Pintura</i>	<i>Super-processamento</i>	Os pintores antes de aplicar o <i>prime</i> , precisam limpar minimamente as estruturas/peças. Usam espátula para retirar resíduo (bolinhas) resultantes do processo de solda, usam lixa para remover parte da oxidação (ferrugem), usam ar comprimido para remover o pó gerado no processo de lixamento e enfim, aplicam o <i>prime</i> com rolo ou com as pistolas de pintura. O processo de preparação está tomando mais tempo que o necessário.
31	<i>Pintura</i>	<i>Inventário</i>	Se não houver um alinhamento da empresa com a saída de produtos para a montagem da obra, haverá estruturas acumulando-se na área de pinturas e arredores, gerando desperdícios de espera, transporte e movimento.

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao se observar a existência dos 8 desperdícios no *Lean*, foram encontrados no mínimo de 4 a 5 desperdícios em cada uma das etapas do processo produtivo. Outras oportunidades foram observadas e capturadas, mas deverão fazer parte de um processo

futuro de melhorias. As tabelas 2 e 3 mostram as quantidades de desperdícios identificados por tipo e processo respectivamente.

Tabela 2 – Quantidade de desperdícios do Lean identificados inicialmente

Tipo de desperdício do Lean	Quantidade
Transporte	4
Inventário	6
Movimento	4
Espera	9
Superprodução	0
Superprocessamento	1
Defeito	5
Habilidades	2

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 3 – Quantidade de desperdícios do Lean por processo

Tipo de desperdício do Lean	Quantidade
Descarga de materiais	6
Planejamento	4
Corte	5
Armação	4
Solda	6
Pintura	6

Fonte: Elaborada pelo autor

Devido ao nível de customização de cada projeto, corte e fabricação são diferentes para cada peça em cada projeto. É verdade que os projetos têm colunas, vigas, treliças, mas os tamanhos são diferentes, a espessura do material também é diferente, o que altera diretamente o peso de cada estrutura entre um projeto e outro. Na sequência da fabricação, a área de solda vai soldar aquilo que foi fabricado, e a área de pintura vai pintar o que foi soldado. A menos que haja uma mudança de prioridade de última hora, o sistema FIFO (*First In First Out*) deveria ser empregado. Isso não acontece hoje. Uma avaliação, se um sistema puxado poderia ser aplicado para fabricação, solda e pintura, uma vez que não

existe o conceito de supermercado, característico de uma produção puxada, e do alto grau de customização, como mencionado anteriormente. Outro ponto que não parece ser possível, é a implementação de um fluxo contínuo, pelo mesmo motivo mencionado no início desse parágrafo. Por último, um mix de produção não faz sentido, uma vez que não há um portfólio de estruturas padrão, devido a customização, característica desse mercado. Mesmo clientes com rede de lojas ou serviços muito parecidos, devido a localização, terreno, espaço e objetivos, criam projetos diferentes dos anteriores já fabricados pela M&M's.

Outras oportunidades foram encontradas, mas não estão ligadas aos 8 desperdícios do *Lean*. O Quadro 3 contém essas oportunidades. Optou-se por seguir com a numeração do Quadro 2 para depois ser usada na matriz de “Esforço x Benefício”.

Quadro 3 – Oportunidades de Melhoria observadas na M&M's

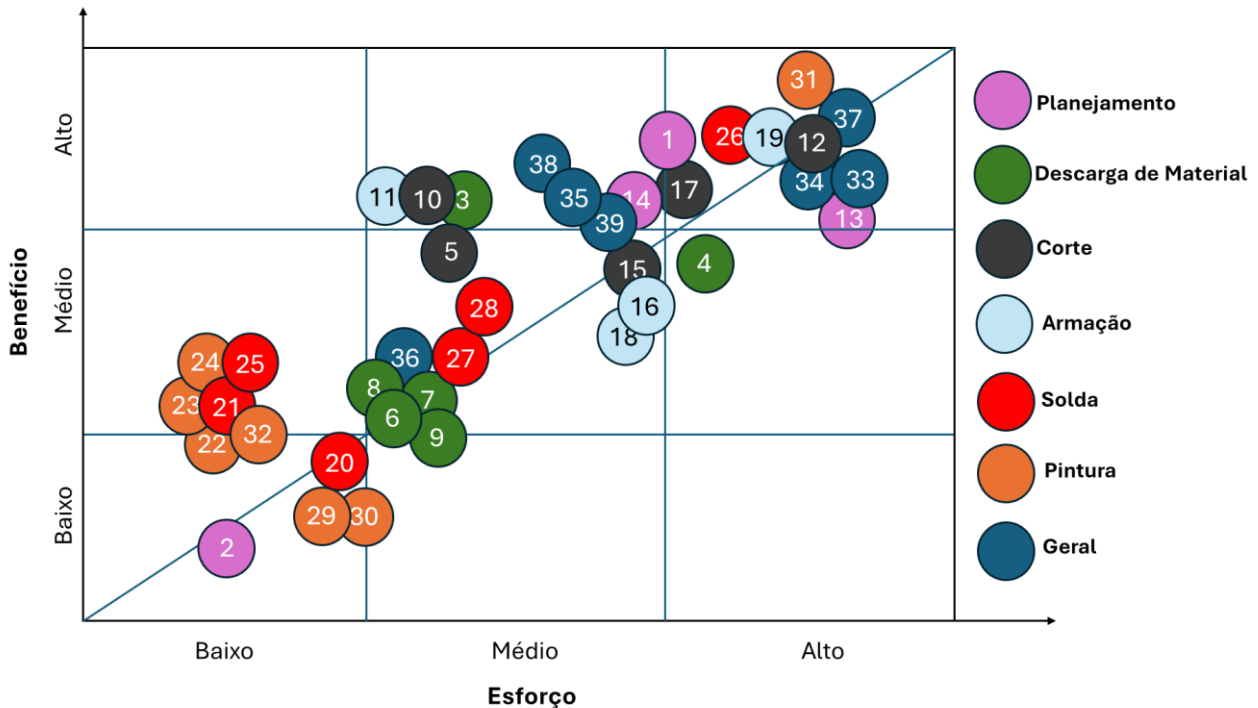
#	Área	Oportunidade	Descrição
32	<i>Pintura</i>	<i>Padronização</i>	Não há uma folha para controle de pintura como já é feito para corte, armação e solda.
33	<i>Geral</i>	<i>Segurança</i>	Os trabalhadores não fazem o uso dos EPIs básicos ao realizar as tarefas. O EPI que a maioria dos trabalhadores usam são as luvas. Os soldadores usam a máscara de solda, mas pode-se ver em algumas situações o soldador soldando e protegendo os olhos colocando uma das mãos na frente do clarão produzido pelo processo de solda.
34	<i>Geral</i>	<i>Segurança</i>	Não há uma cultura de segurança apesar de ter havido um trabalho bem extenso por parte da liderança e empresa de segurança terceira na criação de um manual com procedimentos e regras que devem ser seguidas pelos trabalhadores. A falta de disciplina, recursos para aplicar e manter tais procedimentos, e uma certa falsa percepção dos perigos do trabalho por parte dos trabalhadores, faz com que a implementação de ações de segurança seja mais trabalhosa, lenta e demande mais energia e disciplina por parte da liderança da M&M's.
35	<i>Geral</i>	<i>Limpeza do ambiente</i>	O tipo de atividade executada na fábrica gera muitos resíduos. A empresa não tem um ambiente com temperatura controlada pois seu prédio não é completamente fechado. Como suas portas permanecem abertas durante todo o tempo de operação, isso permite que a fábrica fique sujeita às condições

			climáticas, e que poeiras estejam presentes na área de fabricação. Não há uma disciplina diária de limpeza das áreas de trabalho. Limpam quando dá, ou quando a situação está crítica.
36	<i>Geral</i>	<i>Limpeza das ferramentas</i>	Como citado no item 35, o tipo de atividade executada na fábrica gera muito resíduo. Cada trabalhador tem seu conjunto de ferramentas “pessoais” (polidora, alicates, máquina de solda, martelos, cabos elétricos, pistola de pintura, etc.) e existem também aquelas de uso comum (serra, ponte-rolante, empilhadeiras, furadeiras, dobradeiras, carro/carrinho de carga, caminhonetes, etc.). As ferramentas de uso pessoal têm um apelo maior para limpeza, mas as de uso comum, não existe uma definição de quem e quando se deve limpar. São limpas quando o tempo permite ou a situação é crítica.
37	<i>Geral</i>	<i>Manutenção</i>	Não há um programa de manutenção preventiva nos equipamentos. Durante o tempo de observação direta das operações, alguns equipamentos tiveram problemas em seu funcionamento, fazendo com que alguns trabalhadores fossem deslocados de suas atividades para repará-los. Na maioria dos casos, peças de reposição foram necessárias, levando a empresa a buscá-las nos provedores da cidade, fazendo com que esses equipamentos ficassem parados até que seu reparo fosse feito. Quando os trabalhadores não estão capacitados a reparar, a empresa se vê na dependência de mão de obra terceirizada, e conseqüentemente, disponibilidade de recurso para executar o reparo.
38	<i>Geral</i>	<i>Habilidades</i>	10% dos trabalhadores têm formação superior. 20% concluíram o ensino médio e 70% dos trabalhadores concluíram o ensino fundamental 1 ou 2. Ou eles possuem alguma experiência de trabalho em áreas semelhantes ou não tem nenhuma experiência, limitando os tipos de atividades que podem ser atribuídas a eles.
39	<i>Geral</i>	<i>Melhorias Contínuas</i>	Trabalhadores, liderança e projetistas não têm uma sistemática de avaliação dos processos/atividades existentes. Algum movimento existe apenas quando há alguma necessidade específica, um problema que força a busca por uma solução urgente, rápida.

Fonte: Elaborado pelo autor

Em outra sessão de trabalho, foi criada uma matriz de “Esforço x Benefício” para priorização das oportunidades a serem tratadas inicialmente. Conseqüentemente, foi criado um plano de ação para iniciar a eliminação de desperdícios e minimização de impactos não desejados no processo produtivo. A Figura 20 mostra a matriz criada.

Figura 20 - Matriz Esforço x Benefício - Desperdícios Lean na M&M's



Fonte: Elaborado pelo autor

Os quadros 4 e 5 mostram como foram elaborados os critérios para determinação dos “intervalos” para esforço e benefício, usando as classificações “baixo”, “médio” e “alto”. Foram usadas 3 variáveis para esforço e 4 para benefício. Essas variáveis foram sugeridas inicialmente pelo pesquisador, e os membros da equipe de implementação concordaram que elas retratam a realidade da M&M's. Cada empresa pode escolher mais ou menos variáveis, mas sempre devem estar relacionadas ao tema “esforço”, ou seja, à energia dependida para realizar a atividade ou projeto em questão. Para esforço foram escolhidas as seguintes variáveis:

1. Quantidade de recursos (humanos)
2. Investimento ou custo (US\$)
3. Tempo para realização da ação

A unidade monetária está em dólar americano para tentar minimizar a flutuação na taxa de conversão.

Quadro 4 – Critérios para definição de níveis de esforço

Baixo:	Médio	Alto
Recursos necessários de até 1 pessoa, e/ou; Investimento até US\$200,00, e/ou; Tempo de implementação abaixo de 1 mês.	Recursos necessários entre 2 ou 3 pessoas, e/ou; Investimento entre US\$201,00) e US\$2.000,00), e/ou; Tempo de implementação entre 2 e 3 meses.	Recursos necessários acima de 3 pessoas, e/ou; Investimento acima de US\$2.000,00, e/ou; Tempo de implementação acima de 3 meses.
Esforço		

Fonte: Elaborado pelo autor

Em se tratando de benefícios ou efeitos da realização dos esforços, as seguintes variáveis foram escolhidas:

1. Impacto na moral e motivação dos empregados
2. % de eliminação de desperdícios do *Lean*
3. Retorno financeiro para a empresa
4. Eliminação de risco à segurança

Quadro 5 – Critérios para definição de níveis de benefícios

Benefício	Alto: Impacto positivo significativo no moral e motivação dos trabalhadores, e/ou; Eliminação de desperdícios entre 80% e 100%, e/ou; Retorno financeiro para a empresa acima de US\$6K, e/ou; Eliminação de riscos de acidentes.
	Médio: Impacto positivo no moral e motivação dos trabalhadores, e/ou; Eliminação de desperdícios entre 25% e 79%, e/ou; Retorno financeiro para a empresa entre US\$2K e US\$6K, e/ou; Redução de riscos de acidentes.
	Baixo: Pouco impacto positivo no moral dos trabalhadores, e/ou; Eliminação de desperdícios em até 24%, e/ou; Retorno financeiro para a empresa abaixo de US\$2K, e/ou; nenhuma eliminação de riscos de acidentes.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para uma melhor divisão dos intervalos, relacionou-se as 3 classificações, alto, médio e baixo a um intervalo de valores, conforme mostrado a seguir:

- Baixo: 1 a 3
- Médio: 4 a 7
- Alto: 8 a 10

A tabela 4 traz a conversão da priorização feita na matriz Esforço x Benefício mostrada na figura 20, para o intervalo de 1 a 10 usando os critérios de conversão e aproximação conforme a figura 20.

Tabela 4 – Classificação das oportunidades expressa em números.

# Oportunidade	Esforço	Benefício	Esforço Num	Benefício Num
1	Alto	Alto	8	9
2	Baixo	Baixo	2	2
3	Médio	Alto	5	8
4	Alto	Médio	8	7
5	Médio	Médio	5	7
6	Médio	Médio	4	4
7	Médio	Médio	4	4
8	Médio	Médio	4	4
9	Médio	Médio	4	4
10	Médio	Alto	5	8
11	Médio	Alto	5	8
12	Alto	Alto	9	9
13	Alto	Alto	9	8
14	Médio	Alto	7	8
15	Médio	Médio	7	7
16	Médio	Médio	6	7
17	Alto	Alto	8	8
18	Médio	Médio	7	6
19	Alto	Alto	9	9
20	Baixo	Baixo	3	3
21	Baixo	Médio	2	4
22	Baixo	Médio	2	4
23	Baixo	Médio	2	4
24	Baixo	Médio	2	4
25	Baixo	Médio	2	4
26	Alto	Alto	9	9
27	Médio	Médio	5	5
28	Médio	Médio	6	7
29	Baixo	Baixo	3	2

30	Baixo	Baixo	3	2
31	Alto	Alto	9	10
32	Baixo	Médio	2	4
33	Alto	Alto	9	8
34	Médio	Alto	9	8
35	Médio	Alto	7	8
36	Médio	Médio	5	4
37	Alto	Alto	9	9
38	Médio	Alto	6	8
39	Médio	Alto	7	8

Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro 6 mostra o plano de ação que foi iniciado para eliminar desperdícios e melhorar alguns outros processos na M&M's. Uma sessão de brainstorming foi realizada com a liderança e trabalhadores convidados na busca de soluções para os desperdícios e problemas encontrados e priorizados segundo a Figura 20.

Quadro 6 - Plano de Ação quanto a Desperdícios e Oportunidades

#	Processo	Desperdício / Oportunidade	Descrição	Ação
1	Planejamento	<i>Defeito</i>	O plano de produção é informal e não é acurado e a programação muda a todo momento.	Medir as alterações do plano e buscar pelas causas-raiz para que sejam eliminadas e estabilize o processo.
2	Planejamento	<i>Espera</i>	As cargas para os clientes e as entregas de materiais não são comunicadas apropriadamente, e por isso, alguns trabalhadores precisam parar suas atividades para carregar e descarregar caminhões.	Estabelecer indicadores diários para chegadas e saídas da fábrica.
3	Descarga de Materiais	<i>Movimento</i>	Por não haver espaço apropriado designado para os projetos em curso, o descarregador precisa acomodar da melhor forma possível os materiais que chegaram. Isso gera o desperdício a seguir...	Aplicar 5Ss na área de recebimento, e estabelecer área reservada para 2 projetos. Transferir material não pertencente aos projetos em produção para uma área de "sobras"
4	Descarga de Materiais	<i>Transporte</i>	Muitos armazenamentos temporários de materiais por não haver o lugar designado para cada projeto.	Programar entrega JIT (<i>Just-In-Time</i>)
5	Corte	<i>Movimento</i>	O cortador precisa procurar onde está o material para um determinado projeto. Às vezes os materiais recebem identificação, às vezes não.	Aplicar 5S na área de armazenamento de materiais e fazer o inventário dos materiais utilizáveis que sobram dos projetos.
6	Descarga de Materiais	<i>Habilidades</i>	O cortador normalmente é o trabalhador responsável por descarregar os materiais que chegam. Há equipamentos como ponte-rolante, serras, e uma melhor técnica para armazenar os materiais apropriadamente. Ex.: a) Calços colocados apenas nas extremidades podem ocasionar a torsão do material devido ao peso do mesmo.	Estabelecer melhor sequência para descarga. Alinhar com fornecedores para que os materiais sejam carregados no caminhão de forma separada de outros clientes, e em uma ordem do tipo, maior em baixo e menor em cima.

b) Material que são sobrepostos deveriam estar em uma sequência ótima para a melhor sequência de corte.

A não observância desses pontos acarretam outros desperdícios, como mencionados a seguir.

7	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Defeito</i>	Se o material descarregado não é armazenado corretamente (normalmente são peças compridas), pode haver deformação desse material devido ao peso, gerando problemas na utilização desse material, e às vezes há necessidade de reparar o material defeituoso antes de cortá-lo ou no momento de sua utilização na etapa de fabricação.	Organizar a área de armazenamento por projeto e estabelecer o espaçamento máximo dos calços para evitar deformação. Criar padronização para descarga de materiais. Treinar os descarregadores sobre o correto procedimento.
8	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Espera</i>	Se houver a necessidade de reparação do material deformado, há espera de outras atividades ou projetos	Organizar a área de armazenamento por projeto e estabelecer o espaçamento máximo dos calços para evitar deformação.
9	<i>Descarga de Materiais</i>	<i>Espera</i>	Os fornecedores de materiais enviam em seus caminhões, materiais para mais de um cliente. Às vezes a forma como os materiais foram carregados no fornecedor e a rota de entrega não estão alinhados, fazendo que o trabalhador da M&M's tenha que mover o material de outro cliente para poder ter acesso ao seu material e descarregá-lo.	Estabelecer melhor sequência para descarga. Alinhar com fornecedores para que os materiais sejam carregados no caminhão de forma separada de outros clientes, e em uma ordem do tipo, maior em baixo e menor em cima.
10	<i>Corte</i>	<i>Transporte</i>	Devido à falta de espaço e excesso de inventário, o cortador precisa movimentar outros materiais para poder ter acesso aos que precisa para suas tarefas. Isso gera o desperdício a seguir...	Aplicar 5Ss na área de recebimento, e estabelecer área reservada para 2 projetos. Criar padronização para as atividades da área de corte. Transferir material não pertencente aos projetos em produção para uma área de "sobras"
11	<i>Armação</i>	<i>Espera</i>	Como o tempo para corte pode ser mais longo devido ao tempo gasto na busca do material, o armador tem que	Aplicar 5Ss na área de recebimento, e estabelecer área reservada para 2 projetos.

			esperar o material ser cortado para dar andamento a suas atividades. Esse é um exemplo de impacto no princípio de Fluxo Contínuo do <i>Lean</i>	Transferir material não pertencente aos projetos em produção para uma área de “sobras”
12	<i>Corte</i>	<i>Inventário</i>	Há um inventário de materiais provenientes de sobras de projetos e materiais comprados para atender algum pequeno projeto classificado como “ <i>miscellaneous</i> ”. Esses materiais estão armazenados em <i>racks</i> mas não estão identificados. Não há controle desse inventário. Isso quer dizer que é difícil aproveitar esse material para projetos e evitar o custo de compra de material similar. Se o controle existisse e o inventário estivesse identificado e armazenado de forma a localizá-lo facilmente, desperdícios como espera, movimento, transporte e defeito (disposição desse material para liberar espaço na empresa) seriam evitados.	<p>Criar um processo de <i>cycle count</i> para o estoque existente.</p> <p>Criar padronização para as atividades da área de corte.</p> <p>Definir frequência e método de identificação do material em estoque.</p> <p>Definir critérios para armazenamento do material ou sua disposição, no caso de sobras.</p> <p>Estabelecer locais apropriados para armazenamento das sobras de materiais.</p>
13	<i>Planejamento</i>	<i>Inventário</i>	Como o inventário não é controlado, há a compra de material de forma desnecessária, pois é muito mais fácil comprar o material e garantir a entrega de tudo do projeto, do que gastar tempo fazendo o controle e usando os materiais em estoque. Há 5 caminhonetes paradas, pois a M&M's tinha o serviço de montagem das estruturas na obra. Esse serviço foi terceirizado, e essas caminhonetes foram deixadas no estacionamento, com seus compartimentos repletos de materiais como parafusos, porcas, arruelas, âncoras para concreto, extintores de incêndio e ferramentas. Isso gera o desperdício a seguir...	<p>Aplicar 5S nos inventários existentes e como parte da padronização, usar o método criado para identificar todos esses materiais (úteis ou inúteis).</p> <p>Estabelecer local apropriado para armazenamento dos materiais mencionados.</p> <p>Definir o que será feito com as caminhonetes existentes.</p>
14	<i>Planejamento</i>	<i>Defeito</i>	O fato de a empresa não usar o material existente em suas dependências, e em alguns casos como citado no item 13, ficar abandonado, o material fica sujeito às intempéries do clima, vindo a se deteriorar em alguns casos.	<p>Estabelecer local apropriado para armazenamento das sobras dos materiais.</p> <p>Treinar toda a empresa sobre os critérios de armazenamento de sobra de materiais.</p> <p>Treinar as equipes externas de montagem, para que deem o</p>

15	<i>Corte</i>	<i>Inventário</i>	<p>O processo de corte é o primeiro dos quatro em estudo, o qual alimentará o processo de armação. Há peças grandes, pequenas, com furos, com dobras, e às vezes, não há nenhuma ação dos processos de armação e solda sobre as peças cortadas pois elas vão direto para pintura e podem ir para o processo de galvanização em um terceiro. Esse processo, então, antecipa todo o material que será usado na etapa posterior, gerando inventário a armação devido ao acúmulo de peças cortadas para os projetos. A velocidade do corte e antecipação para que haja material para o processo de armação, normalmente gera inventário para a etapa de armação.</p>	<p>destino correto às sobras de materiais</p> <p>Estabelecer local apropriado para armazenamento das peças cortadas para cada projeto.</p> <p>Usar o processo de identificação por cores para associar as peças ao projeto.</p>
16	<i>Armação</i>	<i>Espera</i>	<p>Se o processo de corte não seguir uma sequência apropriada (Ex.: peças para fabricar colunas deveriam ser cortadas primeiro, pois é a primeira estrutura que será montada na obra) corre-se o risco de que a equipe de armação tenha que esperar para iniciar sua atividade, ou ajudar a cortar para seguir o ritmo de produção.</p>	<p>Definir critério para corte. (prioridades)</p> <p>Criar padronização para as atividades da área de armação.</p> <p>Treinar trabalhadores da área de corte para seguir o critério de corte (prioridade).</p> <p>Definir no planejamento o que cada trabalhador deve fazer a cada dia para cumprir a programação.</p>
17	<i>Corte</i>	<i>Defeito</i>	<p>O cortador precisa estar atento às medidas de cada peça. As medidas são feitas usando o sistema de pés e polegadas. Se o cortador se distrair, peças são cortadas e/ou furadas com medidas erradas. Isso pode ter impacto direto na armação e montagem na obra. Pelo número de “peças” que se encontram “perdidas” nas dependências da empresa, deduz-se que, ou uma outra peça foi feita para repor a peça perdida, ou para repor a peça cortada errada, a qual não foi contabilizada como defeito e nem foi enviada para disposição como sucata, ou houve superprodução e o material tem o potencial de virar sucata.</p>	<p>Inventariar todas as peças existentes no chão de fábrica.</p> <p>Criar indicador de peças cortadas erradas ou não utilizadas.</p> <p>Treinar cortador quanto ao processo de identificação, separação e armazenamento das peças de cada projeto.</p> <p>Identificar as peças de cada projeto usando cores (Branco, Rosa/Vermelho, Amarela, Laranja, Azul e Verde)</p>

18	Armação	Espera	Essa etapa do processo é a mais complexa, pois exige cálculos mais complexos, medições exatas pois uma peça se encaixará em outra, como um grande quebra-cabeças. Um ângulo errado, uma colocação um pouco torta afetará a montagem na obra e será necessário a reparação da peça. O líder da produção é um armador, e devido à sua experiência e conhecimento, é uma pessoa muito consultada e exigida para resolver problemas. Sempre que isso acontece (carga e descarga de caminhões é um exemplo prático e muito comum), retira-se esse trabalhador de suas atividades de armação e a estrutura que ele está fabricando tem que esperar. Se esse processo for muito longo, isso pode gerar os dois desperdícios a seguir...	<p>Classificar as peças mais comuns.</p> <p>Criar dispositivos <i>poka-yoke</i> para facilitar a fabricação das estruturas. Armazenar e identificar os dispositivos.</p> <p>Treinar os outros armadores na fabricação de peças.</p> <p>Treinar pintores para carregar os caminhões usando os dispositivos de transporte para múltiplas estruturas.</p>
19	Armação	Inventário	Dependendo do tamanho e complexidade da estrutura, armá-la pode ser rápido, e dependendo da quantidade de armadores e soldadores, pode haver um desbalanceamento na produção e conseqüentemente, acúmulo de estruturas prontas para soldar. Em alguns casos, devido a limitação de espaço, pode-se observar dificuldades para movimentar peça para a pintura com a ponte rolante, com empilhadeira, e até mesmo, andar na área com segurança. A produção é empurrada.	<p>Definir plano de produção baseado nas etapas de produção e estruturas a serem produzidas.</p> <p>Treinar armadores para soldar e soldadores para armar. (<i>Multi-skills</i>)</p> <p>Verificar se é possível implementar de alguma maneira a produção puxada.</p>
20	Solda	Espera	Caso não haja material a ser soldado, os soldadores esperariam. Isso dificilmente acontece, pois sempre há algo para se fazer em outra área, ou mesmo limpar ou organizar a sua área.	<p>Criar padronização para as atividades da área de solda.</p> <p>Treinar armadores para soldar e soldadores para armar. (<i>Multi-skills</i>)</p>
21	Solda	Defeito	O processo de solda requer uma combinação de trechos curtos e longos. Em peças como as treliças, às vezes um trecho pode ser esquecido. A equipe de pintura, detectando tal falta, aciona o soldador novamente para fazer o que faltou. Isso gera os 4 desperdícios que seguem...	<p>Criar indicador de falhas na solda.</p> <p>Treinar os soldadores a fazer a checagem de trabalho antes de enviar para a próxima fase (pintura)</p>

22	<i>Pintura</i>	<i>Movimento</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro.	<p>Criar indicador de falhas na solda.</p> <p>Criar padronização para as atividades da área de pintura.</p> <p>Treinar os soldadores a fazer a checagem de trabalho antes de enviar para a próxima fase (pintura).</p>
23	<i>Pintura</i>	<i>Transporte</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro.	<p>Criar indicador de falhas na solda.</p> <p>Treinar os soldadores a fazer a checagem de trabalho antes de enviar para a próxima fase (pintura).</p>
24	<i>Pintura</i>	<i>Espera</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro, e por isso, o trabalho de pintura espera.	<p>Criar indicador de falhas na solda.</p> <p>Treinar os soldadores a fazer a checagem de trabalho antes de enviar para a próxima fase (pintura).</p>
25	<i>Solda</i>	<i>Espera</i>	Quando uma solda faltante é detectada, o pintor tem que levar a peça até a área de solda para que um soldador possa corrigir o erro, e por isso, o trabalho que o soldador estava fazendo tem que esperar.	<p>Criar indicador de falhas na solda.</p> <p>Treinar os soldadores a fazer a checagem de trabalho antes de enviar para a próxima fase (pintura).</p>
26	<i>Solda</i>	<i>Inventário</i>	Dependendo do tamanho e complexidade da estrutura, soldá-la pode ser rápido, e dependendo da quantidade de soldadores e pintores, pode haver um desbalanceamento entre essas duas etapas e conseqüentemente, acúmulo de estruturas prontas para pintar. Em alguns casos, devido a limitação de espaço, pode-se observar dificuldades para movimentar peça entre a solda e pintura com a ponte rolante, com empilhadeira, e até mesmo, andar na área com segurança. A produção é empurrada.	<p>Definir plano de produção baseado nas etapas de produção e estruturas a serem produzidas.</p> <p>Verificar se é possível implementar de alguma maneira a produção puxada.</p>
27	<i>Solda</i>	<i>Transporte</i>	Devido ao inventário de estruturas para soldar, os soldadores precisam movimentar as estruturas de um lugar para outro para acomodá-las e colocá-las em produção.	<p>Verificar se é possível implementar de alguma maneira a produção puxada.</p> <p>Definir área de armazenamento por projeto e aplicar 5S</p>

28	<i>Solda</i>	<i>Movimento</i>	Devido ao inventário de estruturas para soldar, os soldadores precisam movimentar as estruturas de um lugar para outro para acomodá-las e colocá-las em produção.	para organização do local de solda e pintura. Verificar se é possível implementar de alguma maneira a produção puxada. Definir área de armazenamento por projeto e aplicar 5S para organização do local de solda e pintura.
29	<i>Pintura</i>	<i>Habilidades</i>	Um dos trabalhadores, hoje na armação, pintava 15 treliças por dia enquanto os novos conseguem fazer no máximo 9 cada. Esse desperdício existe em decorrência de que os novos pintores estão gastando tempo preparando a estrutura muito mais do que se precisa.	Criar trabalho padronizado para a limpeza e pintura. Treinar pintores em como limpar as peças oxidadas e como pintar usando rolo e pistola de pintura.
30	<i>Pintura</i>	<i>Super Processamento</i>	Os pintores antes de aplicar o <i>prime</i> , precisam limpar minimamente as estruturas/peças. Usam espátula para retirar resíduo (bolinhas) resultantes do processo de solda, usam lixa para remover parte da oxidação (ferrugem), usam ar comprimido para remover o pó gerado no processo de lixamento e enfim, aplicam o <i>prime</i> com rolo ou com as pistolas de pintura. O processo de preparação está tomando mais tempo que o necessário.	Criar trabalho padronizado para a limpeza e pintura. Treinar pintores em como limpar as peças oxidadas e como pintar usando rolo e pistola de pintura.
31	<i>Pintura</i>	<i>Inventário</i>	Se não houver um alinhamento da empresa com a saída de produtos para a montagem da obra, haverá estruturas acumulando-se na área de pinturas e arredores, gerando desperdícios de espera, transporte e movimento.	Estabelecer plano de produção para todas as áreas, inclusive a parte de montagem da estrutura na obra. Hoje não há um plano de produção funcionando. Tudo é muito informal e o controle é falho.
32	<i>Pintura</i>	<i>Padronização</i>	Não há uma folha para controle de pintura como já é feito para corte, armação e solda.	Criar a folha de pintura. Treinar os pintores em como usar a folha de pintura. Atualizar os sistemas com os dados provenientes dos controles de corte, fabricação, solda e pintura.
33	<i>Geral</i>	<i>Segurança</i>	Os trabalhadores não fazem o uso dos EPIs básicos ao	Estabelecer plano de implementação de cultura de

realizar as tarefas. O EPI que a maioria dos trabalhadores usam são as luvas. Os soldadores usam a máscara de solda, mas pode-se ver em algumas situações o soldador soldando e protegendo os olhos colocando uma das mãos na frente do clarão produzido pelo processo de solda.

segurança na empresa.

Estabelecer um indicador de segurança.

Comprar EPI's para os trabalhadores.

Disciplinar os trabalhadores para o uso de EPI's.

Reavaliar os processos e verificar se os EPI's requeridos atendem as normas de segurança.

Investigar os incidentes.

Agregar o tema "Segurança" na reunião diária de início de trabalho.

34

Geral

Segurança

Não há uma cultura de segurança apesar de ter havido um trabalho bem extenso por parte da liderança e empresa de segurança terceira na criação de um manual com procedimentos e regras que devem ser seguidas pelos trabalhadores. A falta de disciplina, recursos para aplicar e manter tais procedimentos, e uma certa falsa percepção dos perigos do trabalho por parte dos trabalhadores, faz com que a implementação de ações de segurança seja mais trabalhosa, lenta e demande mais energia e disciplina por parte da liderança da M&M's.

Estabelecer plano de implementação de cultura de segurança na empresa.

Estabelecer um indicador de segurança.

Investigar os incidentes.

Agregar o tema "Segurança" na reunião diária de início de trabalho.

35

Geral

Limpeza do ambiente

O tipo de atividade executada na fábrica gera muitos resíduos. A empresa não tem um ambiente com temperatura controlada pois seu prédio não é completamente fechado. Como suas portas permanecem abertas durante todo o tempo de operação, isso permite que a fábrica fique sujeita às condições climáticas, e que poeiras estejam presentes na área de fabricação. Não há uma disciplina diária de limpeza das áreas de trabalho. Limpam quando dá, ou quando a situação está crítica.

Aplicar a metodologia 5S na fábrica.

Estabelecer padrões de limpeza nas áreas.

Estabelecer responsáveis pela manutenção da limpeza das áreas.

Realizar uma sessão de *brainstorming* para buscar soluções para eliminação ou diminuição da geração de resíduos na

36	Geral	Limpeza das ferramentas	<p>Como citado no item 35, o tipo de atividade executada na fábrica gera muito resíduo. Cada trabalhador tem seu conjunto de ferramentas “pessoais” (polidora, alicates, máquina de solda, martelos, cabos elétricos, pistola de pintura, etc.) e existem também aquelas de uso comum (serra, ponte-rolante, empilhadeiras, furadeiras, dobradeiras, carro/carrinho de carga, caminhonetes, etc.). As ferramentas de uso pessoal têm um apelo maior para limpeza, mas as de uso comum, não existe uma definição de quem e quando se deve limpar. São limpas quando o tempo permite ou a situação é crítica.</p>	<p>fábrica.</p> <p>Aplicar a metodologia 5S na fábrica.</p> <p>Estabelecer padrões de limpeza para ferramentas</p> <p>Estabelecer responsáveis pela manutenção da limpeza nas ferramentas comuns</p> <p>Realizar uma sessão de <i>brainstorming</i> para buscar soluções para eliminação ou diminuição da geração de resíduos na fábrica.</p>
37	Geral	Manutenção	<p>Não há um programa de manutenção preventiva nos equipamentos. Durante o tempo de observação direta das operações, alguns equipamentos tiveram problemas em seu funcionamento, fazendo com que alguns trabalhadores fossem deslocados de suas atividades para repará-los. Na maioria dos casos, peças de reposição foram necessárias, levando a empresa a buscá-las nos provedores da cidade, fazendo com que esses equipamentos ficassem parados até que seu reparo fosse feito. Quando os trabalhadores não estão capacitados a reparar, a empresa se vê na dependência de mão de obra terceira, e conseqüentemente, disponibilidade de recurso para executar o reparo.</p>	<p>Monitorar quebras de equipamentos e tempo de <i>downtime</i>.</p> <p>Implementar a Manutenção Produtiva Total (TPM – <i>Total Productive Maintenance</i>): Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Manutenção da Qualidade, Melhorias específicas, Educação e Treinamento, Controle de equipamentos, TPM Administrativo, TPM Segurança, Higiene e Meio Ambiente).</p>
38	Geral	Habilidades	<p>10% dos trabalhadores têm formação superior. 20% concluíram o ensino médio e 70% dos trabalhadores concluíram o ensino fundamental 1 ou 2. Ou eles possuem alguma experiência de trabalho em áreas semelhantes ou não tem nenhuma experiência, limitando os tipos de atividades que podem ser atribuídas a eles.</p>	<p>Criar plano de capacitação técnica de trabalhadores nas áreas de corte, fabricação, solda e pintura.</p> <p>Treinar trabalhadores no uso das principais ferramentas (Serras, furadeiras, dobradoras, solda (MIG, Alumínio e <i>Fluxcore</i>), e pintura (rolo e pistola de pintura)</p> <p>Treinar os trabalhadores em preencher corretamente os</p>

formulários de produção.

39	Geral	Melhorias Contínuas	Trabalhadores, liderança e projetistas não têm uma sistemática de avaliação dos processos/atividades existentes. Algum movimento existe apenas quando há alguma necessidade específica, um problema que força a busca por uma solução urgente, rápida.	Criar uma estratégia para que as partes interessadas possam trabalhar em conjunto na busca de oportunidades de melhoria de segurança, melhoria de processo, qualidade e melhoria da segurança de processo.
----	-------	---------------------	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Para cada ação foi definido um responsável, um prazo e acompanhado o status de execução.

Neste capítulo foi apresentado como a pesquisa foi aplicada na M&M's, a empresa objeto de estudo. A empresa foi identificada, o planejamento foi construído começando com a realização de uma pré-visita e um primeiro contato com o dono da empresa, a criação de um protocolo para a coleta de dados usando entrevistas com trabalhadores da empresa e também através da observação direta feita pelo pesquisador. O processo foi mapeado usando não só o fluxograma, mas também se usou o SIPOC e depois, para um detalhamento maior, o VSM - Estado Atual. Ferramentas do Lean foram usadas como as 8 perdas ou 8 desperdícios do Lean, 5S, gerenciamento dos indicadores-chave de desempenho, com o objetivo de identificar as oportunidades de melhoria no processo da M&M's e capacitar os trabalhadores na busca de soluções e permitir a então construção do VSM – Estado Futuro. Um plano de ações para alcançar o estado foi construído pela equipe de implementação e essas ações foram priorizadas através de critérios estabelecidos, priorização essa expressa em uma “matriz esforço x benefício”. Os resultados iniciais obtidos são animadores e são trazidos no próximo capítulo.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo são apresentados os resultados da implementação dos Princípios do Lean nos processos de manufatura da M&M's dentro do tempo disponível para pesquisa, e da frutos da execução das ações priorizadas através da matriz esforço x benefício. A implementação de uma gestão visual, associando os indicadores-chave de desempenho à produção (por trabalhador e área), à segurança (Cruz de Segurança), a entregas de materiais e envio do produto para os clientes estão presentes nas reuniões diárias de início de turno implementadas. A comunicação e ciência de que projetos estão sendo fabricados passou a ser senso comum ao invés de estar apenas na cabeça do líder da produção. Ferramentas como o controle de pintura foram implementados e outros controles foram revitalizados e trabalhadores treinados a preenchê-los. Um plano de produção foi criado para que a liderança possa ter a visão do que se está produzindo e irá produzir, e alinhado com o que os trabalhadores estão envolvidos no dia a dia.

Combinados a isso, treinamento de 5S e dos 8 desperdícios do Lean foram feitos e áreas foram escolhidas para serem os pilotos da parte prática de tais treinamentos. O uso de código de cores para facilitar a criação de um fluxo contínuo e eliminação de tempos de espera e diminuição de movimento e transportes. Um grande esforço para diminuir o grande inventário existente na M&M's, sejam de materiais sobrantes de outros projetos, seja uma melhor avaliação do que se deve comprar, e finalmente nessa tentativa de estabelecer uma cadeia de valor, fluxo contínuo e buscando a perfeição em seus processos, a aplicação do *Just-in-time* com fornecedores e impacto direto na entrega aos clientes. Os detalhes estão a seguir.

Os princípios do *Lean* foram compartilhados e esclarecidos aos participantes da pesquisa na M&M's. Avaliou-se que o primeiro princípio do *Lean*, “o que é visto/considerado valor para o cliente”, capturado pelas interações entre M&M's e clientes, os 3 principais pontos avaliados como o grande diferencial da M&M's frente aos concorrentes foram:

- Suporte na elaboração do projeto
- Prazo
- Preço

Faz parte da filosofia da empresa a preocupação em gerar valor ao cliente, e atender suas necessidades. Através do mapeamento do fluxo de valor realizado (estado atual e futuro), inicialmente 39 oportunidades (Quadros 2 e 3) foram identificadas no estado atual, para a construção de um estado futuro mais efetivo. Uma ordem de implementação foi sugerida, usando a matriz de esforço x benefício (Figura 18). Iniciou-se assim o processo para implementação das ações mais relevantes e factíveis dentro do tempo disponível.

Uma das primeiras ações implementadas foi a criação de uma reunião diária de início de turno e um quadro de gestão visual para dar visibilidade ao desempenho da produção e compartilhar com todos os objetivos da empresa e como isso se reflete nas operações.

4.1 Indicadores-Chave de Desempenho (KPI's)

Nesta seção serão tratados os planos de ações para os itens de número 1, 2, 31, 32, 34 e 39 do quadro 4. São ações diretamente ou indiretamente relacionadas ao desenvolvimento de indicadores chave de desempenho.

Não foi uma, não foram duas e nem três vezes que, ao serem questionados sobre qual projeto estavam trabalhando, quando o projeto deveria ser entregue ou, o que deveria ser produzido naquele dia, as respostas ecoaram com um tímido “não sei”, ou o trabalhador olhava para o líder de produção com um pedido no olhar dizendo: “Salva-me por favor” ou um “Me ajuda!”.

Conforme conversas com o dono da empresa, eram raros os eventos envolvendo segurança do trabalho, ninguém se machucava no dia a dia, não houve acidentes, incidentes ou quase-acidentes nos últimos 6 meses. “Está tudo bem!” disse ele.

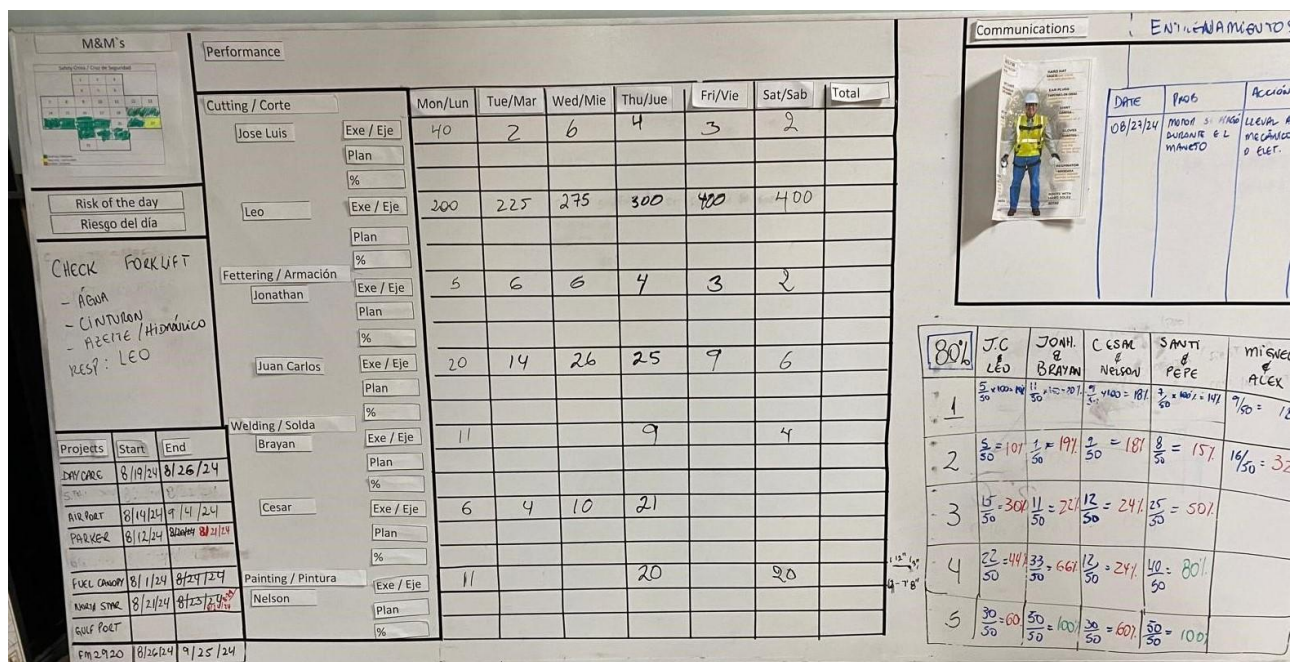
Quando perguntados “Vamos receber algum caminhão com matéria prima hoje?” ou, “Temos algo para enviar hoje?”, 90% dos trabalhadores não sabiam dizer se sim ou se não. O líder de produção dizia: “sim, temos um carregamento hoje”, mas no fim do dia, haviam ocorridos dois e não um.

Por vezes, para saber o status de um projeto, o dono da empresa precisou ir de área em área para conversar com os trabalhadores e saber em que estavam envolvidos. Comunicações gerais apenas em situações de urgência. Os treinamentos são raros. Uma

visita de clientes à fábrica, às vezes não era de conhecimento dos trabalhadores, ou comunicado em cima para que alguma limpeza ou organização fosse feita.

Defeitos são encontrados, mas não são medidos, e muito menos é estabelecida uma investigação para saber a causa-raiz do defeito e propor as ações para eliminá-la definitivamente. Necessidades da produção como tinta para a área de pintura, às vezes chegam ao conhecimento da liderança quando está prestes a acabar, gerando uma correria para comprar o insumo evitando assim a interrupção da produção, ou a entrega não seja colocada em risco.

Figura 21 – Primeira versão do quadro de Desempenho da Produção



Fonte: M&M's

Diante de situações como as que foram comentadas, para dar visibilidade à liderança e aos trabalhadores, foi estabelecida uma reunião diária de desempenho e então pensado e construído um quadro contendo alguns KPI's da M&M's e espaços para tratar os "gaps" de comunicação. São Eles:

1. Cruz de segurança (Itens 33, 34 do quadro 4)
2. Risco do dia (Itens 33, 34 do quadro 4)
3. Produção diária por área/trabalhador (Itens 1, 16, 26, 31, 32 do quadro 4)
4. Carregamentos - Entrega de produto/projetos (Item 2 do quadro 4)
5. Descarregamentos -Chegada de matéria prima (Item 2 do quadro 4)

6. Projetos em andamento e futuros
7. Plano de ações para desvios encontrados (Item 39 do quadro 4)
8. Comunicações gerais

Essa reunião inicialmente foi estabelecida das 6:15AM às 6:30AM, pois o líder de produção era responsável por abrir a empresa, abrir os portões e ele contava com a ajuda de alguns outros trabalhadores para mover algumas caminhonetes de dentro da fábrica para o estacionamento. Após 3 semanas, o pesquisador sugeriu que essa reunião fosse antecipada para as 6:05, desafiando a conclusão de todo o processo de abertura da empresa até às 6:05 para evitar que os trabalhadores iniciassem atividades e as interrompessem para se deslocarem para a reunião, ou até mesmo que ficassem esperando 15 minutos até o início da reunião. Isso foi bem aceito pela liderança. Após 3 meses, novo desafio pelo dono da empresa e pesquisador, para que a reunião começasse as 6:00AM, horário oficial de início de trabalho. Isso também foi bem aceito e criou novos hábitos quanto à pontualidade para início do trabalho.

A “Cruz de segurança” é preenchida diariamente e é possível ver o KPI de segurança expresso através da Cruz de Segurança, dia a dia nas Figuras 21 e 22. No início do turno de trabalho, o tema segurança é abordado, levando em conta potenciais ocorrências no dia anterior. Muito interessante que, nas primeiras 4 semanas, os eventos de segurança não eram comentados pelos trabalhadores quando questionados se algo havia acontecido no dia anterior. Com a influência do pesquisador, incentivando os trabalhadores a compartilharem sem medo, e trazendo exemplos observados, iniciou-se o processo de mudança de como os trabalhadores devem ver o tema em seu dia a dia de trabalho. Foi compartilhado aos trabalhadores que o reporte dos eventos, desde pequenos (quase-acidentes) até um acidente, são oportunidades para que a empresa e eles tomem ações efetivas na prevenção de acidentes, treinamentos sejam realizados, conscientização sobre perigos e ações para eliminar/minimizar os riscos na área de trabalho. Foi apenas na 5ª semana desde sua implementação, que ao serem indagados sobre algum evento, que pela primeira vez um dos trabalhadores comentou sobre um escorregão de um colega. Isso foi um marco no processo de transformação da cultura da empresa. O que antes não estava sendo monitorado, nem considerado no dia a dia da M&M's, agora faz parte da sua rotina, e ações de melhoria passaram a ser implementadas pela liderança da empresa, para apoiar a cultura de segurança e demonstrar a importância do tema aos trabalhadores.

Como uma das primeiras ações tomadas junto ao chão de fábrica, o uso de EPI's passou a ser obrigatório, como:

- Sapatos de segurança
- Capacete
- Óculos de segurança.

Luvas e camisa de manga comprida já eram usadas pelos trabalhadores. A empresa iniciou um processo para buscar um fornecedor de uniforme (camisa e calça) com proteção contrafogo (na verdade faíscas provenientes da solda, esmerilhamento e alguns tipos de corte), sob a supervisão do pesquisador usando sua influência para mudar a cultura de segurança da empresa. Esse processo foi concluído no final do mês de Janeiro de 2025, melhorando o moral e motivação dos trabalhadores. Outros EPI's foram introduzidos na rotina diária da produção, como protetores auriculares, máscaras para pintura e luvas nitrílicas para manuseio de tinta.

O “Risco do dia”, é uma área para se tratar diariamente, atividades especiais que merecem atenção diferenciada em segurança, ou quando elas não acontecem, são compartilhados temas gerais, relevantes para o dia a dia dos trabalhadores. Como nada disso existia na empresa, a implementação dessas mudanças tem gerado uma mudança na cultura e atitude dos trabalhadores, as quais serão comentadas um pouco mais à frente.

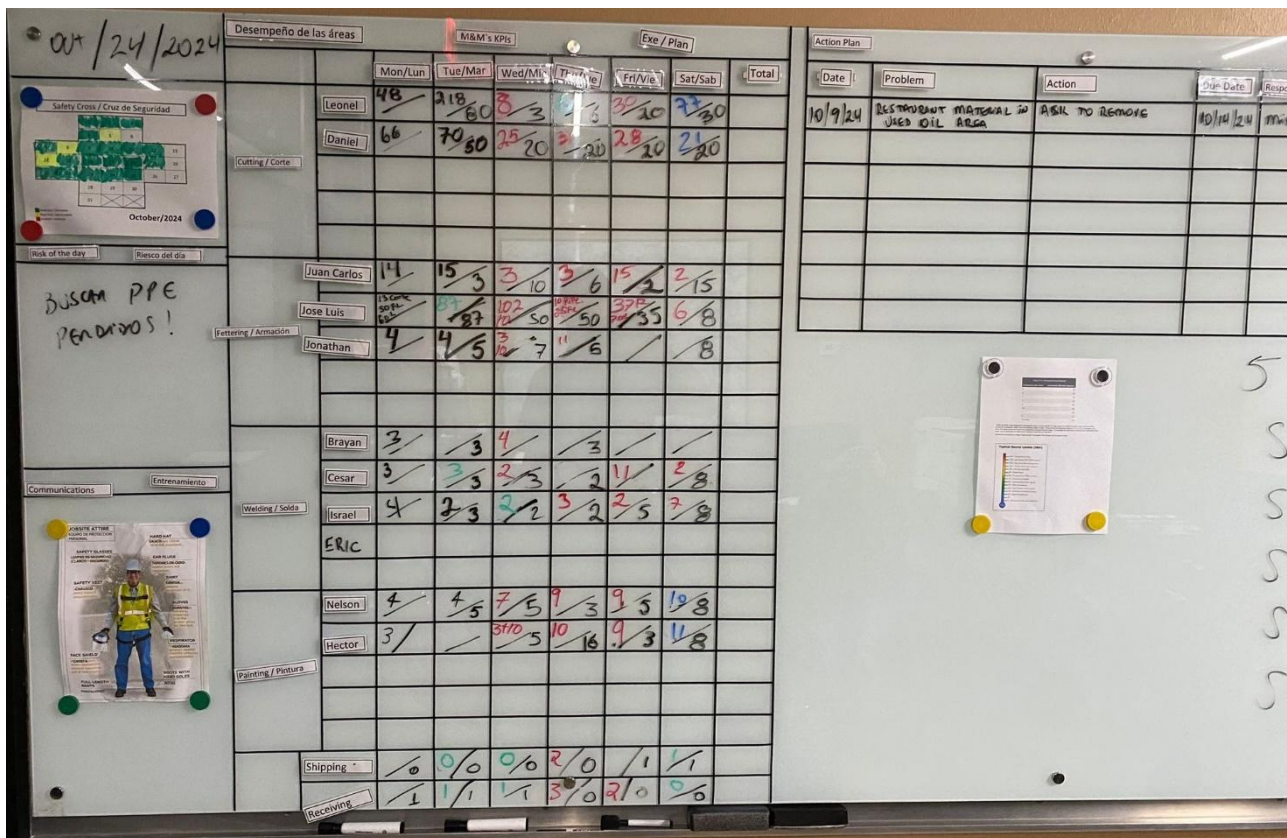
O espaço criado para “Plano de ações” é usado para relatar os desvios encontrados. Há também espaço para comunicação geral, treinamentos e projetos em andamento ou que estão por vir. A Figura 21 mostra a primeira versão do quadro de desempenho e a Figura 22 mostra a segunda versão, desenvolvida algumas semanas depois com ajuda de ideias dos trabalhadores.

Como é possível observar nas Figura 21 e 22, o uso de um código de cores está presente, sendo que a cor preta é para a produção, data de início e fim planejadas. A cor verde é usada quando do atingimento da meta (cumprimento do que foi planejado) e a cor vermelha para quando ocorrem desvios. Os desvios devem ser investigados e a área no quadro com o “Plano de ações”, é usada para que sejam colocados os desvios encontrados, a data em que ele ocorreu, a ação que se espera para tratar o tema, a pessoa responsável pela ação e prazo para que a ação seja realizada. Nas primeiras duas

semanas somente a cor preta era usada, pois como comentado anteriormente, essa prática não era realizada na M&M's, e optou-se por uma abordagem menos intensa para dar tempo de absorção a tantas mudanças. A partir da terceira semana, as cores verde e vermelha passaram a ser usadas, e isso é possível observar na Figura 22.

Uma pergunta que surgiu durante as reuniões de início de turno foi: “E se produzimos mais do que estava planejado, que cor usamos?”. Para atender a essa demanda, foi acordado o uso da cor azul para esses casos, construindo assim soluções em conjunto com os participantes do processo, quando há espaço para isso.

Figura 22 – Segunda versão do quadro de Desempenho da Produção



Fonte: M&M's

Antes do início da pesquisa, quando um projeto estava sendo produzido, era difícil dizer qual o percentual do projeto já havia sido cortado, fabricado, soldado e pintado. Apenas o armador registrava em seu “Controle de Fabricação” as peças até então fabricadas. O cortador, de posse da “Lista de Corte”, pintava as peças já cortadas. Apesar de haver uma folha de “Controle de Solda” e também para o corte, os dados não estavam sendo capturados, ou seja, cada trabalhador fazia de um jeito, ou não fazia, não havia

padronização. A área de pintura por sua vez, nem folhas para controle possuía. Falta de padronização entre as áreas também podia ser vista. Ao ser questionado sobre quais peças haviam sido mandadas para o cliente, o gerente de projetos respondeu que esse controle não era feito. Se uma peça não tivesse sido enviada com as demais, isso só seria descoberto depois, na hora da montagem na obra, ou se alguém notasse tal peça “perdida” na fábrica.

Figura 23 – Folha de Controle - Pintura

CONTROLE DE PINTURA				
CÓDIGO:	PINTOR:	PROJETO:	QUANTIDADE:	DATA:

Fonte: M&M's

Conforme relatado no item 32 da lista de oportunidades, a criação de uma folha de “Controle de Pintura” foi algo sugerido como potencial solução para padronização entre as áreas. Isso foi feito e os trabalhadores foram treinados em como preencher o controle. Áreas de corte e solda também tiveram seu controle revisto e estão sendo monitoradas a fim de garantir a qualidade dos dados. Nas primeiras semanas ainda se encontrou erros, mas com o suporte do pesquisador e liderança da empresa, e disciplina estabelecida, o número de erros vem caindo. Os membros da equipe da pesquisa decidiram focar inicialmente no ensino do processo de preenchimento do que na criação de um KPI para avaliar os erros. Os dados são lançados em um arquivo digital para depois serem carregados no sistema “Monday”. Com isso, a liderança poderá saber o que foi feito a cada dia, e a cada semana com uma frequência melhor e cada vez mais próxima do real. Observa-se uma padronização de coleta de dados sendo estabelecida entre todas as áreas. Já há a ideia, para um futuro próximo, de que esse controle seja feito por meio digitais, ou seja, através de terminais de entrada de dados dentro da fábrica, para que o

trabalhador lance sua produção diretamente no sistema *Monday*. As Figura 23 e 24 mostram a folha de Controle de Pintura e um dos quadros do Sistema *Monday* com os dados semanais carregados.

Figura 24 – Quadro de fabricação – Sistema *Monday*

2024 Julio 29-Agosto3						
<input type="checkbox"/>	Item		Person	Nombre Fabricador	Project Quotes/Contracts ⓘ	Project Extra
<input type="checkbox"/>	J2	+		JUAN CARLOS SOP	Convenience store Parker Rd Ho...	
<input type="checkbox"/>	J2	+		JUAN CARLOS SOP	Convenience store Parker Rd Ho...	
<input type="checkbox"/>	J2	+		JUAN CARLOS SOP	Convenience store Parker Rd Ho...	
<input type="checkbox"/>	J3	+		JUAN CARLOS SOP	Convenience store Parker Rd Ho...	

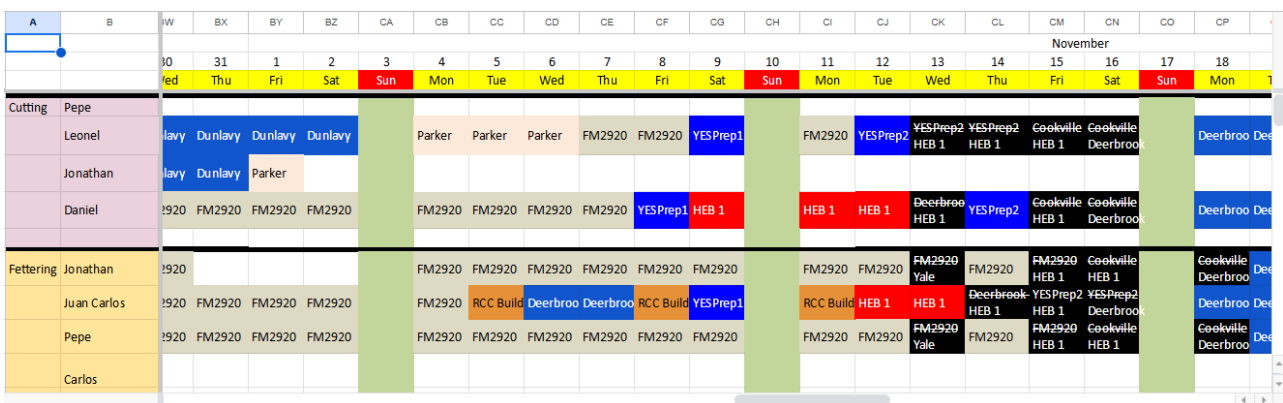
Fonte: M&M's

Esses foram os primeiros passos para começar a garantir um mínimo de informação, por área, para cada um dos projetos. Mesmo treinados, os erros no preenchimento ou a falta dele aparecem. Para garantir a sustentabilidade da mudança, cabe a liderança o acompanhamento constante com os trabalhadores até que essa rotina passe a ser natural para os trabalhadores. É um trabalho de persistência, a fim de criar a disciplina dos novos conceitos e padrões com cada trabalhador. Nota-se alguma resistência ao novo padrão e processo. (“Não deu tempo de fazer”. “Estão pressionando para terminar o trabalho e então não preenchi a folha de controle”, “Esqueci”, “Agora há uma competição entre os trabalhadores”). Essa é outras respostas foram capturadas quando questionados do porquê as folhas não foram atualizadas. Um trabalho individual vem sendo realizado pela liderança para minimizar tais resistências. Não foi possível comprovar até esse momento, se os resultados obtidos podem ser considerados sustentáveis ou se haverá necessidade de outras ações para corroborar na minimização ou eliminação das resistências.

O pesquisador e gerente de projetos seguem trabalhando na construção de um plano de produção, para que cada trabalhador saiba exatamente o que se espera dele para um dia de trabalho, mas para isso, medições são necessárias e estão sendo feitas para se obter um *cycle time* mais acurado. Devido à customização das peças, parece natural a criação de novas famílias de produtos, como colunas, vigas, treliças, escadas, ripas, terças, tirantes, e uma categorização por tamanho/peso, para a criação de uma tabela de referência para os tempos de fabricação, solda e pintura, mas isso não será feito nesta pesquisa.

As mudanças de prioridade na produção ocorrem e chegam ao conhecimento do gerente de projetos através do dono da empresa. Conseqüentemente, o plano de produção precisa sofrer alterações para acomodar as mudanças decorrentes das mudanças nas prioridades de produção/entrega. Foi desenvolvido uma linha do tempo para tentar minimamente planejar a produção de cada projeto. Como um plano de produção mais visual nunca havia sido usado na M&M's, a Figura 25 apresenta um exemplo que vem sendo desenvolvido e aprimorado.

Figura 25 – Planejamento de produção – Alto Nível



Fonte: M&M's

Observa-se que o planejamento segue a ordem de processos internos, ou seja, corte, armação, solda e pintura, e está por trabalhador e cada projeto tem uma cor diferente para diferenciá-los visualmente no plano. Observa-se ainda a cor preta, que foi desenvolvida pela equipe da pesquisa para identificar as mudanças no plano de produção original, uma forma de indicar alterações posteriores à criação do plano. Inicialmente o plano estava sendo trabalhado semanalmente, mas devido às pressões dos clientes e a flexibilidade, característica de pequenas empresas, e nesse caso, a M&M's, os participantes decidiram diminuir a frequência nesse momento de transformação da cultura da empresa, para uma frequência diária, de segunda a sexta-feira. Há uma relação direta entre o plano, trabalhado pela liderança e área de programação na Figura 25 com a rotina diária mostrado na Figura 22.

Para a investigação de desvios, está sendo criado um formulário para a busca das causas-raízes. A análise de causa-raiz é baseada na elaboração de uma boa descrição do problema (desvio), sua frequência, local onde ocorreu e o impacto do problema. O uso de ferramentas como o diagrama de Ishikawa e 5 porquês, além de uma sessão de

brainstorming para o levantamento de potenciais soluções para os problemas faz parte do formulário.

Com a elaboração das folhas de controle, e o preenchimento delas, os trabalhadores sabem o que fizeram no dia anterior, a que projeto tais materiais pertencem e a soma dessas informações permite que se chegue a informações como, peças fabricadas a cada dia, *lead time do projeto*, *cycle time da tarefa*, em uma granularidade acima do que se deseja, mas já é um começo para a construção de um processo mais estável.

Outra atividade realizada para entender o desempenho da produção e buscar informações mais precisa quando a capacidade produtiva da M&M's, foi a realização de medições mais detalhadas de algumas soldas e pinturas, usando o conceito de atividades que “agregam valor - AV”, “não agregam valor - NAV” e as que “não agregam valor, mas são requeridas pelo processo - NAVR”.

Em alguns exemplos na área de solda e pintura, observou-se, por exemplo, no processo de solda de 2 vigas com cerca de 19 m feitas em 54 min, 34% são atividades AV, 2,5% são NAV e 63% NAVR. Uma coluna com cerca de 18 m foi soldada em 240 min onde 50,6% são atividades AV, 9,9% são NAV e 39,5% NAVR. Já na área de pintura, uma treliça de 20 m foi pintada em 51min, sendo que 53,2% são atividades AV, 16,4% são NAV e 30,4% NAVR, e no caso de 2 vigas de 10 m, elas foram pintadas em 105 min onde 27,8% são atividades AV, 4,4% são NAV e 67,8% NAVR. Como mencionado anteriormente, as famílias de produtos deverão sofrer uma alteração para atender o nível de customização da M&M's.

Nos desperdícios encontrados nos processos da M&M's, tempo de movimentação e transporte devido à falta de organização das áreas e lugares apropriados para armazenamento de materiais e produtos semiacabados, há grandes oportunidades para diminuir o *lead time* dos processos, principalmente o corte, que é a primeira etapa na fabricação das estruturas metálicas. Uma das ferramentas usadas para melhorar a organização e eliminar desperdícios de movimento e transporte é o 5S.

4.2 5S

Nesta seção serão tratados os planos de ações para os itens de número 3, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 27, 28, 35 e 36 do quadro 4. São ações diretamente ou indiretamente relacionadas à aplicação da metodologia 5Ss.

As oportunidades de aplicação do 5Ss na M&M's são grandes, e por isso dedicou-se tempo e energia para iniciar um movimento na implantação do 5Ss. Um treinamento foi elaborado para a liderança e trabalhadores, a fim de introduzir a metodologia e fazer ajustes para a realidade da M&M's. Paralelamente à elaboração do treinamento, o pesquisador usou uma situação existente para mostrar o custo da desorganização e os impactos na rotina do dia a dia.

Figura 26 – Estacionamento da M&M's - Caminhonetes



Fonte: Google Earth (30/Agosto/2024) e autor

A M&M's possui 6 caminhonetes que estavam paradas no seu estacionamento desde a pandemia em 2020. Essas caminhonetes eram usadas pelas equipes externas de montagem na obra, e com a crise instaurada pela pandemia, as equipes foram completamente terceirizadas, e a M&M's “desativou” esses veículos, estacionando-os e mantendo-os parados nas mesmas condições em que eles foram deixados. As caminhonetes estavam cheias de materiais usados, como parafusos de vários tipos, porcas, ferramentas, peças plásticas usadas no acabamento, extintores de incêndio, roupas, tubos de silicone, cabos elétricos e devido ao tempo paradas, muita sujeira se

acumulou nelas. A figura 26 dá uma ideia da empresa e das caminhonetes estacionadas (demarcadas com borda laranja e azul).

O pesquisador, alinhado com o dono da empresa, tomou uma das caminhonetes, a que estava em pior condição, e aplicou os 3 primeiros S em sua carroceria, fazendo um levantamento de todo o material encontrado, mesmo se tratando de material sem condições de uso devido à deterioração pelo tempo e armazenamento inapropriado. Aplicou o 1º S, separando tudo que era “material” daquilo que era “lixo”. Como o objetivo era demonstrar o custo da desorganização, não foi levado em conta a condição dos materiais na carroceria. Depois, o pesquisador organizou os materiais por tipo (2º S), e buscou o preço estimado de tudo que encontrou nessa carroceria. Em seguida, aplicou o 3º S, limpando a carroceria e alguns materiais e todo lixo foi jogado fora. O resultado foi este: 58 tipos diferentes de materiais contabilizando o valor estimado de R\$6.040,00, materiais que se não forem usados, serão descartados como sucata. A figura 27 mostra o “Antes” e o “Depois” da carroceria da caminhonete respectivamente.

Figura 27 – Caminhonete da M&M’s – Antes e Depois



Fonte: M&M's

Duas sessões de duas horas foram realizadas com a liderança e trabalhadores para compartilhar pela primeira vez os conceitos por trás da metodologia 5Ss. Como parte do treinamento foi feita uma atividade lúdica e competitiva entre os grupos com os participantes, para que fosse observado como a desorganização gera desperdício e como

a aplicação dos 5Ss melhora a performance da produção e a segurança, como uma das principais saídas do processo de implementação. Um dos trabalhadores, durante o treinamento disse: “Precisamos construir mais racks para armazenamento de material”. O pesquisador pontuou que isso seria avaliado, mas antes, é necessário organizar todos os racks atuais e aí então avaliar a necessidade de um aumento deles. Diante de tudo que foi exposto no treinamento, em conjunto com os participantes, foi elaborado um pequeno plano para aplicação da metodologia na M&M’s.

Além de uma avaliação em conjunto sobre o que mudar quanto ao treinamento para que ele seja mais efetivo, mais aderente à realidade da empresa, um levantamento foi feito das principais áreas “candidatas” à aplicação da metodologia. Essas são as áreas que os trabalhadores e liderança sugeriram que fosse aplicado o 5S:

1. Área de corte
2. Área de armação
3. Área de solda
4. Área de pintura
5. Refeitório
6. Almoxarifado
7. Mezanino
8. Racks
9. Pátio externo
10. Estacionamento
11. Pátio dos fundos
12. Área das mesas de corte e dobra
13. Área de recebimento de materiais

De uma forma participativa, três áreas foram escolhidas para a primeira atividade: Racks, Estacionamento e Refeitório. O pesquisador influenciou a decisão quando argumentou que áreas muito complexas não devem ser escolhidas como as primeiras, devido ao tempo gasto na preparação e realização, e muitas vezes por causa da complexidade, não é possível concluir o processo, gerando frustração nos participantes quanto a efetividade da aplicação da metodologia. Vale a pena, inicialmente, uma área de fácil aplicação ou de um grau até mediano, para que os participantes vejam efetivamente

a mudança que se espera em um tempo curto. Programou-se então a primeira aplicação da metodologia em 4 racks dos 21 existentes na M&M's, os racks 8, 9, 10 e 11. A Figura 28 mostra o mapa dos Racks na M&M's.

Figura 28 – Mapa dos Racks na M&M's



Fonte: Google Earth + Autor

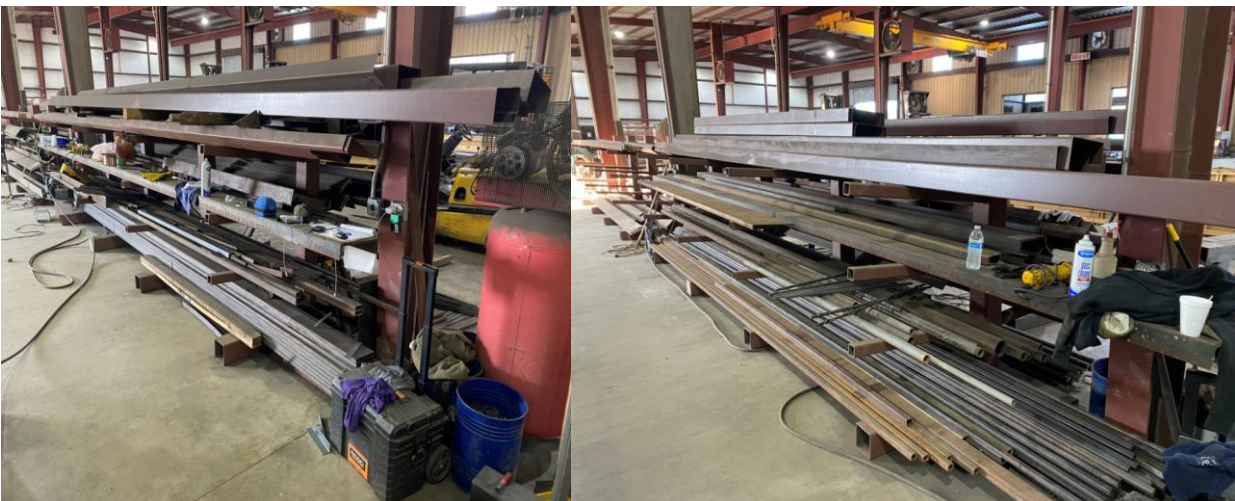
Como os racks contém perfis de aço, não se sabia muito bem quanto tempo seria necessário para movê-los, visto que uma ponte rolante e 1 empilhadeira estavam disponíveis para a atividade. Todos os trabalhadores foram convocados a participarem. Dividimos o grupo em 2, com 2 trabalhadores como líderes das equipes. A primeira equipe ficou responsável pelos racks 8 e 10, e a outra pelos racks 9 e 11. As figuras 29 a 32 mostram os racks antes e depois da aplicação dos 3S da metodologia.

Figura 29 – Rack 8 - Antes e Depois



Fonte: M&M's

Figura 30 – Rack 9 – Antes e Depois



Fonte: M&M's

Figura 31 – Rack 10 - Antes e Depois

Fonte: M&M's

Após duas sessões de 1,5h aplicando a separação, organização e limpeza, os resultados foram promissores e observa-se uma liberação de 25% do espaço no rack 10 e 50% no rack 11. Materiais que não pertenciam aos referidos racks, foram transferidos para os racks com a maior incidência de perfis semelhante, e perfis menores que 2 metros, guardados na esperança de ser usados, foram descartados.

Três semanas depois, uma ação no estacionamento coberto, liberou 20% de espaço, permitindo que outros trabalhadores pudessem também usá-lo.

Figura 32 – Racks 11 – Antes e Depois

Fonte: M&M's

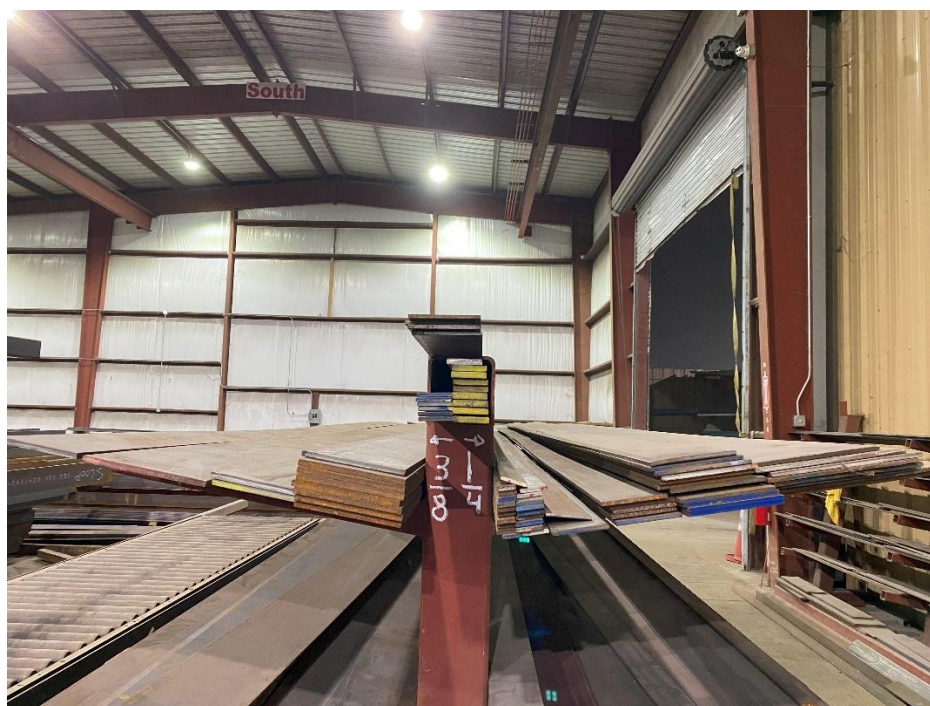
Dois meses depois, uma ação no mezanino, proporcionou uma liberação de 75% de espaço. Nesse caso, o mezanino era usado também para armazenamento de documentos da empresa. Observou-se a política de retenção e foram mantidos apenas documentos dos

últimos 5 anos. Graças ao movimento iniciado na caminhonete, percebe-se um despertar em alguns trabalhadores para a organização de espaços na empresa.

Em todos esses exemplos, a padronização e a manutenção das mudanças, 4º e 5º S, são as etapas seguintes que precisam de mais energia por parte, principalmente da liderança, para que o estágio anterior não retorne. O primeiro lugar onde se aplicou o 4º S foi em dois dos racks, os racks 2 e 3, prateleiras 1, definidas como o local para barras de 1/4 e 3/8 de polegada. Veja a Figura 33. Os próprios trabalhadores já solicitaram que as barras sejam empilhadas sem que haja sobreposição de barras de outras larguras. Isso facilita a busca e a retirada do material do rack.

Em conversa com o pesquisador, o dono da empresa comentou que foi colocado no orçamento de 2025, uma provisão de US \$20.000 para aplicação de 5S na empresa, um ótimo sinal no estabelecimento de uma cultura *Lean* na M&M's.

Figura 33 – Racks 2 e 3 – Padronização



Fonte: M&M's

4.3 Plano de Produção

Nesta seção serão tratados os planos de ações para os itens de número 26 e 31 do Quadro 4. São ações diretamente ou indiretamente relacionadas ao desenvolvimento do plano de produção

Como visto nas figuras 22 e 25, o plano de produção começou a ser implementado a fim de dar visibilidade a todos sobre o que se espera produzir. Em se tratando de solda e pintura, as peças vão sendo empurradas para essas áreas, formando um fila de espera. O cortador e armador sabem o projeto que estão trabalhando, pois há a lista de corte de cada projeto e desenho de fabricação respectivamente. As folhas de controle visam dar a liderança o status do projeto, ou seja, o que já foi cortado, armado, soldado e pintado. Ainda há necessidade de aprimoramento desse controle e criar mecanismos para consolidar todas essas informações num mesmo lugar. Nessa curva de aprendizado, os trabalhadores estão se familiarizando com o processo, com os formulários e com o tempo para reportar os dados, para que diariamente se possa ter uma visão do que foi feito em cada projeto, e quanto falta para terminá-lo, por etapa, permitindo uma consolidação geral.

Um processo de treinamento e acompanhamento tem sido feito com os trabalhadores a fim de corrigir os desvios encontrados nas folhas de controle. A acuracidade das informações reportadas ajuda a entender com mais detalhe o *lead time* das estruturas e também do projeto em si, e permitirão até verificar diferenças entre os trabalhadores que executam as mesmas atividades (uma ANOVA provavelmente, mas há etapas que precisam ser concluídas antes desse novo passo). Através desse primeiro passo na medição dos tempos, espera-se um movimento para unidades cada vez menores, como se espera de uma produção *Lean*, chegando aos segundos como unidade de medida, em vez de dias, como é atualmente. A implementação do Controle Estatístico de Processo está nos planos do pesquisador e da liderança da empresa para o futuro.

Um dos maiores desafios em uma pequena empresa, que nunca havia aplicado o *Lean Manufacturing* é quebrar os “vícios” do modelo *firefighting* sempre que um problema acontece, ou uma pressão chega de algum lado. É comum o dono da empresa querer atender as necessidades do cliente, até mesmo mudando as prioridades da produção caso ele tenha a percepção que isso gerará algum benefício direto na relação com o cliente, e

como ele é o dono da empresa, a mudança de cultura começa nele, começa na liderança. Não existe uma priorização de 1 a 5 por exemplo. Existem 3 com prioridade 1 e os outros 2 com prioridade 2. Esta é a realidade que precisa ser mudada pois afeta diretamente o plano de produção, para o qual se deseja que não haja muitas alterações. Sabemos que alterações podem ser necessárias, mas deve-se tentar alterar o menos possível (estabilidade necessária ao *Lean*), pois o impacto em outras áreas é significativo. Hoje, quando um projeto está em produção e uma mudança de prioridade ocorre, é observado que o projeto que está em linha espera, todo material dele tem que esperar, todos os projetos que vinham na sequência precisam esperar, gerando um aumento de inventário dentro da empresa, os espaços para armazenamento de matéria-prima recebem material extra que precisa ser amontoado, e em alguns casos, os riscos de acidentes aumentam. As estruturas semiacabadas do projeto que foi interrompido vão esperar em alguma etapa do processo, gerando inventários intermediários, ou “*work in progress*”, o famoso WIP.

Por essa razão, as quebras de programação, ou seja, alterações na programação da semana que já havia sido planejada na semana anterior, estão sendo coloridas de preto, o nome do projeto com a programação colocada em espera é tachado e projeto colocado em produção é adicionado na mesma célula (veja Figura 25). Essa contabilização tem como objetivo deixar visível as quebras de programação. Devido a essa dinâmica que é vista em uma pequena empresa ou até mesmo em grandes empresas, se faz necessário trabalhar disciplina diária do plano de produção, verificando se haverá quebra/ajustes de programação ou se o plano será mantido, evitando assim surpresas que possam desestabilizar a produção.

O plano de produção atual contempla apenas 1 semana. Os quatro processos são contemplados, ou seja, Corte, Armação, Solda e Pintura. Uma mudança de prioridade acarreta impactos na programação de todas as áreas, porém em níveis diferentes. Como já mencionado anteriormente, a solda e pintura trabalham as estruturas que chegam, como uma produção empurrada. Já corte e armação precisam mudar algumas coisas que podem provocar atrasos, como por exemplo, a localização dos materiais que devem ser cortados. Como ainda não há espaço definido para os projetos, pode ser que o material que se queira usar agora está por baixo de outro projeto, o que estava em linha de produção. Uma ação de movimentação de todos o material de cima para acessar o material correto é um desperdício de movimento e transporte, além de inventário.

Já há um desejo da empresa em ampliar o uso do *Lean* em tarefas como compra de material, entrega do projeto e montagem na obra. Essas etapas não estão sendo tratadas nesse trabalho, mas possivelmente serão tratadas pela liderança da M&M's futuramente.

Com as medições dos processos, espera-se poder determinar o balanço de trabalhadores. Sabe-se que a armação é a área com maior complexidade, o que sugere uma maior atenção na obtenção e/ou criação de ferramentas, técnicas e processos que ajudem na diminuição dessa complexidade.

4.4 Código de cores

Nesta seção serão tratados os planos de ações para os itens de número 15 e 17 do Quadro 4. São ações diretamente ou indiretamente relacionadas ao desenvolvimento de uma comunicação mais efetiva.

Figura 34 – Quadro de Gestão Visual – Projetos e suas cores

	Projects x Delivery	Start	End
I	AIRLINE	12/9	12/16
II	COOKVILLE	12/14 12/18	12/28
	RAINING RCC	12/20	12/24
	CANOPIES AIRLOAN	12/16	
II	HEB 2	11/23	12/19
V	S. LOOP		
IV	AMIGO CAR WASH		
V	WEST DALLAS	1/8	1/25
	RAINING HEB GALV		12/19
	AIRPORT PATIO		
	FULKE GARAGE		

- Joseph Gates

Fonte: M&M's

Foi implementado na M&M's o uso de cores para identificar peças pertencentes aos projetos em andamento. Assim como as cores vermelha, azul, preta e verde são usadas no quadro de gestão visual (veja figuras 22 e 25), cores estão sendo usadas na área de

corte para identificar peças de projetos em linha de produção. A Figura 35 mostra a área dos projetos no quadro de gestão visual, associando alguns desses projetos a cores que devem ser usadas para identificar as peças já cortadas.

Infelizmente, marcadores coloridos para metal são limitados quanto à variação de cores. A equipe de implementação da M&M's decidiu usar algumas dessas cores. São elas: Branco, Azul, Verde, Rosa/Vermelho, Amarela e Laranja. Uma vez entrando em produção, é estabelecida a cor que será atribuída ao projeto, dessa forma, no quadro de Gestão Visual, e começando com o processo de corte, as peças e estruturas pertencentes àquele projeto, são marcados com a cor escolhida, até a fase de Armação, onde a partir dessa etapa, as estruturas armadas são marcadas através de punção no aço e o nome do projeto é escrito na estrutura. Na figura 35 pode-se ver 4 projetos diferentes através do uso de 4 cores: verde, azul, branco e laranja.

Figura 35 – Peças identificadas com a cor do projeto a que pertence



Fonte: M&M's

Não só a identificação de peças com cores diferentes, mas o estabelecimento de local apropriado para armazenamento de peças, evitando assim desperdícios de

movimento para a procura desses materiais. Para trabalhadores novos, que não estão acostumados com a fábrica e localização de materiais, essa padronização visual é simples e evita desperdícios.

4.5 Inventário

Nesta seção serão tratados os planos de ações para os itens de número 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 17 do Quadro 4. São ações diretamente ou indiretamente relacionadas ao controle de inventário.

Como dito anteriormente, inventário é, provavelmente, o principal desperdício hoje na M&M's e muitas situações foram apresentadas.

Figura 36 – Inventário área corte e armazenamento para projetos futuros



Fonte: M&M's

Materiais são vistos por toda a empresa, e não são necessariamente WIP, não, são materiais a espera de sua utilização, à espera de descarte, à espera de alguém que os organize e os trate conforme definição da liderança da empresa, vai para estoque ou para disposição. A Figura 36 mostra o estado atual da área de corte e área reservada para o armazenamento de projetos que estão em fila de espera para início da fabricação. Materiais que não estão em lugar apropriado, estão em lugares que não foram desenhados para os conter, o que gera risco para os próprios trabalhadores, que precisam dividir espaço com esses materiais amontoados entre as máquinas, nos espaços que deveriam ser caminhos para circulação de pessoas ou empilhadeiras, ou até mesmo, espaço dos caminhões que

vem carregar ou descarregar. Os perfis, na foto da direita da Figura 36, estão colocados entre as serras e cavaletes de trabalho. Não é a situação ideal.

Talvez alguns vejam isso como algo positivo, ou seja, “a empresa tem um monte de projetos em andamento”, ou “Uau! Eles estão lotados de trabalho!”, mas isso não é como uma empresa *Lean* deve se parecer. A visão correta é que há grandes oportunidades de manter a organização, ter um planejamento adequado e eficiente, uma segurança efetiva e eliminação de riscos de acidentes, por isso é importante trabalhar comportamentos de forma paralela, pois segurança deve vir em primeiro lugar.

Durante a pesquisa, foi dado início à fabricação de um novo projeto. Pesquisador e gerente de projetos, de posse da lista de materiais, BOM, foram verificar dentro da fábrica a existência das quantidades dos materiais para o projeto. Foram encontradas, por exemplo, quatro vigas de aproximadamente 13 mts, avaliadas em cerca de R\$12.000,00 cada. Um momento de satisfação surgiu pois não haveria necessidade de comprar R\$48;000,00 em materiais, mas, ao se avaliar o esforço para acessar as vigas, observou-se que não haveria tempo e recursos disponíveis para removê-las do lugar onde estão. Ao ver o valor dos materiais, o dono da empresa solicitou a reparação de uma empilhadeira com braço telescópico que está parada há mais de 12 meses no estacionamento da empresa, junto com as caminhonetes. Com essa empilhadeira, será possível içar os materiais com mais facilidade. É possível observar mudanças nas atitudes quando dados são apresentados.

Outro exemplo para eliminar o desperdício em inventário na M&M's está ligado a um pequeno projeto. Ao receber a BOM, pesquisador e gerente de projetos saíram em busca do material nas sobras existentes na empresa. 90% do material contido na BOM foi encontrado disponível. Esses, porém estão um pouco mais acessíveis, o quais poderão ser separados para uso. Em conversa com o dono da empresa e o gerente de projetos, acordou-se de usá-los, e eles foram identificados com o nome do projeto para facilitar sua separação e evitar que sejam usados para outros fins. O pesquisador encontrou um acessório para empilhadeiras que estava abandonado nos fundos da empresa, acessório esse que é um braço prolongador para empilhadeiras, que servirá para alcançar e içar esses materiais no processo de separação para uso. Outra economia relevante para a empresa, melhorando o fluxo de caixa e ajudando a liberar espaços na empresa que fazem

falta para o armazenamento de estruturas já prontas, ou materiais para um projeto em linha de produção. Devido a essa iniciativa, e as reuniões de programação da produção, os novos projetos estão tendo sua BOM avaliada, para que o mínimo de material seja comprado, aproveitando os materiais existentes na empresa, sobra de outros projetos. Uma ação de organização das sobras está sendo feita para facilitar o uso delas.

Outra ação feita foi orientar o trabalhador responsável pelo descarregamento de material, para que ele identifique a que projeto o material pertence. Um marcador foi dado, e os “pacotes” de materiais são marcados para evitar que sejam usados em outros projetos. A Figura 37 mostra tal marcação dos pacotes para facilitar a identificação dos materiais para serem colocados em linha de produção;

Figura 37 – “Pacotes” marcados pelo responsável pelo descarregamento.



Fonte: M&M's

Outra ação, como visto na figura 33, foi a organização dos racks com materiais similares. Após a aplicação dos 4 primeiros S nos Rack 2 e 3, prateleiras 1, os trabalhadores foram orientados a manter essa organização, ou seja, se forem encontradas barras de 1/4 ou 3/8 na empresa, as quais não pertencem a um projeto específico, ou são sobras de um projeto, as mesmas devem ser armazenadas nesses racks, de forma a

manter as pilhas por espessura e largura das barras, evitando assim os desperdícios de transporte, movimento e inventário. O pesquisador tem feito informalmente a auditoria nesses dois racks de forma semanal, e o resultado é positivo, e as duas prateleiras têm sido mantidas dentro do novo padrão estabelecido.

Após 4 semanas, observou-se a necessidade de ampliar as prateleiras para barras de 1/2" devido ao grande volume encontrado e peso. Novamente o pesquisador usando de sua influência, direcionou os trabalhadores a atualizarem as “etiquetas” com as medidas nas prateleiras do rack 2 e 3.

Outra ação no processo de inventariar os materiais existentes na M&M's, foi a identificação/marcação das vigas e tubos que foram colocados no pátio dos fundos. Com um marcador especial para aço, as peças estão sendo marcadas para serem organizadas por tipo e tamanho. Isso facilita a busca para os projetos novos, e as sobras, quando armazenadas, deverão ser colocadas seguindo essa padronização. Como comentado anteriormente no tópico de 5S, há um orçamento separado para aplicação do 5S na empresa, e uma das áreas prioritárias será o pátio dos fundos da M&M's. A Figura 38 traz o estado atual do pátio dos fundos da M&M's.

Figura 38 – Inventário pátio dos fundos



Fonte: M&M's

A Figura 39 traz as primeiras marcações feitas como parte do processo de inventariar os perfis que sobraram de alguns projetos. São peças grandes em alguns casos, como mencionado, alguns com valores expressivos.

Trabalhadores das áreas de pintura e corte já expressam seu descontentamento ao terem suas áreas invadidas pela chegada de material antecipado de um projeto. Observa-se mudanças de comportamento na atitude desses trabalhadores que notam os impactos dos desperdícios associados a inventário, transporte e movimentação. Há uma cobrança por parte de alguns trabalhadores para que a liderança se posicione e cobre que os demais trabalhadores respeitem e cumpram os acordos e padrões já estabelecidos.

Figura 39 – Marcações feitas para inventariar sobras



Fonte: M&M's (2024)

É responsabilidade da liderança, mais do que qualquer outro grupo, a sustentabilidade das mudanças que estão acontecendo, a disciplina para manter o tema no dia a dia dos trabalhadores, o encorajamento reafirmando os comportamentos que se deseja manter e desestimulando comportamentos indesejados.

4.6 Just in time

Nesta seção serão tratados os planos de ações para os itens de número 4 e 6 do Quadro 4. São ações diretamente ou indiretamente relacionadas à aplicação do JIT no processo produtivo.

Como visto, muito do inventário existente hoje na M&M's é fruto da compra e entrega de materiais (perfis metálicos) muito antes da sua efetiva utilização. O principal fornecedor de materiais está a 27 Km da M&M's, então, o tempo de entrega do material não parece

ser um problema. De acordo com o gerente de projetos, o tempo médio entre o pedido do material e sua entrega é de 1,5 dia. Isso quer dizer que pedindo hoje, há uma grande chance do material ser entregue amanhã (isso é o que foi mencionado sobre confiabilidade anteriormente). Uma pergunta feita pelo pesquisador foi: “É possível programar a entrega do material junto ao fornecedor?”. Sim, isso foi confirmado durante a pesquisa, dando à M&M's a oportunidade de antecipação de todo o processo de cotação, checagem da disponibilidade do material no fornecedor, o pedido efetivamente, sem necessariamente ter que vincular a entrega ao dia seguinte que o pedido foi feito. É possível fazer o pedido e solicitar a entrega para a véspera do início da primeira etapa do processo, que é o corte. Como o planejamento de produção sofre muitas alterações, o gerente de projetos envia a ordem de compras assim que a cotação foi aprovada e o dono da empresa dá sinal verde para a compra. Se comprado, em 1 a 2 dias, o material chegará, mesmo que não haja uma clara programação do início do projeto. Uma coisa está amarrada a outra. Como não se sabia com acuracidade quando o projeto começaria a ser produzido, não se tinha uma data exata para chegada do material na empresa.

Quando questionado, o gerente de projetos informou que não era possível agendar a entrega. O pesquisador pediu ao gerente de projeto que conversasse com o fornecedor para saber se essa regra poderia ser alterada. O gerente de projeto conversou com o vendedor do fornecedor e ele disse que seria possível agendar a entrega.

Sabendo então disso, elaborou-se um processo piloto para usar a programação de entrega junto ao fornecedor de um tubo especial para um dos projetos, um tubo muito grande, o qual traria complicações no seu armazenamento dentro da empresa se sua entrega fosse feita com mais de 1 dia de antecedência para seu uso. Feita a programação da produção e sabendo a data exata em que o tubo seria necessário, tratou-se o tema com o fornecedor que o entregou 1 dia antes do seu uso. Assim que ele foi entregue, o tubo já foi para a mesa de corte e armação, soldagem e pintura. Essa coordenação através do plano de produção com a entrega de materiais evitou alguns desperdícios de inventário, transporte e movimento. Esse projeto piloto vem sendo aprimorado e o mesmo procedimento vem sendo usado mais frequentemente. Um grande avanço no processo de controle do inventário e *just-in-time*.

Existe um receio por parte das organizações que não conhecem o conceito do *Lean* e por sua vez do *Just-in-time*, e esse receio gera a ansiedade pela possibilidade da falta da matéria prima na linha de produção e conseqüentemente, a interrupção do fluxo. A incerteza de que o fornecedor entregará o material no momento correto para que a produção não seja interrompida é o medo que assombra as empresas que almejam mudar para o modelo *just-in-time*. Não estão acostumados ao conceito de confiabilidade dos fornecedores, dos equipamentos, e isso se ameniza através de ter “Planos B” para os processos como, ter inventário a disposição, peças de reposição para os equipamentos etc. A jornada é longa e precisa ser trilhada com muito embasamento de dados, pois os “achismos” geram desperdícios que podem ser evitados, que podem ser eliminados.

Outro exemplo em que foi aplicado o conceito de Just-in-time, foi para a tinta “*prime*” usada na pintura de estruturas, mas nesse caso, o problema foi o inverso do grande tubo especial. O pessoal da pintura, que nesse momento é responsável por avisar quando o *prime* está acabando, deixou para avisar horas antes que estavam usando a última lata. Aconteceu então que o *prime* acabou e o processo de pintura foi interrompido por falta de tinta. Apesar do fornecedor estar perto, como a 8 km, não era mais possível fazer o pedido e programar a entrega sem que o processo de pintura fosse ainda mais impactado. O tema foi tratado com os pintores e reforçado o conceito de *Just-in-time*, o que traduzindo para uma linguagem que eles pudessem entender, estabelecemos que quando o inventário chegasse ao mínimo de 3 latas, eles deveriam sinalizar que há a necessidade de se comprar mais *prime*. O procedimento foi implementado, e um cartão é levado à reunião diária de produção quando há apenas 3 latas de *prime*. Uma análise mais elaborada para o uso do supermercado do *Lean*, ou do *Kanban* (Figura 5) vem sendo feito.

Como se pode ler e ver através das imagens apresentadas, a organização, a estruturação, a mudança de cultura é uma realidade na M&M's. Um forte apelo para que a tomada de decisão seja feita com base em dados coletados através do plano de produção e o realizado pelos trabalhadores e capturado no quadro de gestão de desempenho. Um esforço para controlar o inventário existente a fim de que a compra de materiais seja acurada, controle de espaço seja efetivo, evitando desperdícios de movimento relacionados a busca de materiais para produção dos projetos dos clientes. A mudança de cultura não fica contida apenas dentro da M&M's mas começa a ter impacto nos fornecedores, pois essa parceria beneficia o processo de manufatura e a utilização

adequada dos espaços existentes na empresa, não só para armazenamento, mas principalmente para a produção, lembrando que a M&M's é uma fábrica de estruturas metálicas e não um depósito de matéria prima e produtos acabados.

O quadro 7 a seguir resume as melhorias obtidas comparando o antes e o depois das implementações.

Quadro 7 – Comparação entre os estados inicial e final

Oportunidade	Antes	Depois
Mapa do processo	Não havia	VSM desenhado. Membros da liderança alinhados quanto ao <i>lead times</i> e <i>cycle times</i> de algumas estruturas.
Reunião diária do turno	Não havia	Reunião estabelecida com todos os trabalhadores, das 6AM às 6:15AM.
Gestão Visual	Não havia	Quadro criado com KPI's: Cruz de segurança, produção diária por trabalhador/área, carregamentos, descarregamentos.
Lista de Projetos em andamento	Não havia	Lista de projetos como parte do quadro de gestão de desempenho.
Uso de EPI's	Luvas de couro, máscaras de solda e sapato de segurança	Anteriores + protetor auricular, luvas nitrílicas, capacete, máscara para atividades que geram pó ou "sprays", óculos de segurança.
Discussão diária sobre segurança	Não havia	Parte da reunião diária de início de turno é a discussão do "Risco do dia".
Inventário de EPI's	Não havia	Controle por pessoa e EPI's. Trabalho com assistente administrativa para compra e entrega a tempo para não gerar inventário excessivo e não haver falta.
Rack 1, 2 e 3	Desorganizados Tempo de busca de um	Aplicado 5S. Tempo de busca de um material em torno de 2 minutos. Diminuição de 90% no tempo de busca de barras de aço.

	material ao redor de 20min	
Rack 8	Espaço sujo, 4 prateleiras cheias e desorganizadas	Espaço limpo e prateleiras organizadas por tipo de perfil e tamanho.
Rack 9	Espaço sujo, 4 prateleiras cheias e desorganizadas	Espaço limpo e prateleiras organizadas por tipo de perfil e tamanho.
Rack 10	Espaço sujo, 4 prateleiras cheias e desorganizadas	Espaço limpo e prateleiras organizadas por tipo de perfil e tamanho. 25% de espaço liberado.
Rack 11	Espaço sujo, 4 prateleiras cheias e desorganizadas	Espaço limpo e prateleiras organizadas por tipo de perfil e tamanho. 75% de espaço liberado.
Mezanino na produção	Espaço sujo, pilhas de caixas com documentos, rodas, arquivos etc.	5S aplicado. 75% de espaço liberado. Espaço será convertido em Sala de treinamento e Sala de trabalho do dono da empresa.
Carroceria da caminhonete 1	Cheia de lixo, materiais deteriorados, materiais em condição de uso	5S aplicado. Lixo jogado fora e materiais em condição de uso aproveitados pelas equipes de montagem. Materiais que não tem condição de uso, enviados para reciclagem.
Caminhonete 2	Parada há 4 anos, suja, com	Limpa, decalques removidos, colocada em funcionamento com reparação da bateria e ar-condicionado, faróis dianteiros trocados e troca de

	decalques velhos.	óleo do motor. Hoje usada pela empresa para pequenos transportes.
Estacionamento coberto	4 vagas	5 vagas, aumento de 25% do espaço.
Área para materiais de projetos	Desorganizada. Trabalhador precisava buscar o material a ser usado e, às vezes, perguntar para o trabalhador que fez a descarga sobre onde o material foi colocado.	Limpa, materiais marcados com o nome do projeto a que pertencem. Marcação feita na hora do recebimento. Trabalhador não precisa acessar os racks para buscar material, nem sair buscando por toda empresa onde estão os materiais para o projeto em questão. Basta ir até a área de recebimento de materiais e acessar os materiais do projeto buscado.
Compra de materiais para projeto	Comprava-se todo o material	Verifica-se o que há em estoque, sobras de outros projetos que podem ser aproveitados e compra-se apenas o necessário, diminuindo inventário e aumentando espaço disponível para produção, armazenamento de produtos finais.
Plano de produção	Havia de forma informal, dos clientes que estavam pressionando mais	Criado um plano de produção, atualizado diariamente, quebras de programação medidas, e ajustes feitos em toda a cadeia produtiva.
Entrega de materiais	Entrega feita entre 2 e 3 dias após o pedido	Entrega feita de acordo com a entrada do projeto em produção. Programação da entrega.

		Trabalhando com o gerente de projetos que é responsável pelas compras e negociação com os fornecedores quanto a entrega de materiais.
Código de cores para peças de projetos diferentes.	Apenas cor branca	Cores agregadas: Amarelo, laranja, azul, verde e rosa, facilitando a identificação das peças de cada projeto.
Inventário de materiais novos	Materiais espalhados por toda a fábrica	Investimento de tempo e recurso na organização e transporte para local apropriado (Racks ou área de sobras).
Inventário de sobra de materiais	Não identificados e armazenados no fundo da empresa	Separados por tipo de perfil (Tubos, perfis L, barras, perfis H ou I, canais, T), identificados e inventariados para uso em outros projetos. Até o final da pesquisa, aproveitados cerca de 11 perfis, somando R\$55.000,00 em economia. Até 10 de Fevereiro, foram utilizados mais 30 perfis somando outros R\$80.000,00 reais.
Folha de controle de processo	Folhas para área de fabricação e solda, mas somente a fabricação usando corretamente	Folhas de controle para pintura, corte agregadas, e trabalhadores treinados em como preenchê-las corretamente.
Mesa de armação de treliças	Sem suporte para alicates. Ferramentas jogadas no chão	Alças de metal soldadas nas laterais da mesa para colocação de alicates, evitando desperdício de movimento (até o chão) e melhor acondicionamento das ferramentas em uso.
Cultura de segurança	Material criado anos atrás, mas	Assunto tratado como prioridade nas reuniões diárias de produção e consciência sendo criada

	não estava em uso	que segurança vem em primeiro lugar, segurança de pessoas, de processos e de equipamentos.
Produção Enxuta	Tema desconhecido pelas pessoas da empresa	Treinamento realizado sobre Princípios do <i>Lean</i> e ferramentas para implementação dos princípios.
5S	Tema desconhecido pelas pessoas da empresa	Treinamento e aplicação em alguns lugares.
8 perdas ou 8 desperdícios do Lean	Tema desconhecido pelas pessoas da empresa	Treinamento e aplicação para eliminação de excesso de inventário, de movimento, transporte, espera, superprodução, super-processamento, defeitos e habilidades.
Teoria das restrições (“Gargalos”)	Tema desconhecido pelas pessoas da empresa	Consciência de que todo sistema produtivo possui restrições. O ritmo de trabalho deve ser dado pelo processo mais lento, e aí deve-se colocar o foco da empresa em melhorar o processo.
Medição de lead times	Não havia	Pesquisador criou folha de medição associando a atividade segundos os critérios quanto ao valor agregado de cada uma e quando a atividade não agrega valor, busca uma associação aos desperdícios do <i>Lean</i> ou à obrigatoriedade de realizá-la.
Quadro de plano de ações	Não havia	Desvios ocorridos são endereçados para correção, com responsável e prazo para conclusão.
Defeitos em soldas	Não se sabia quem havia soldado a peça, a menos que fosse algo muito explícito	Identificação do soldador na estrutura logo depois da solda, para rastreabilidade e correção, para os casos de defeitos.

Carregamento de caminhões usando base transportadora	Apenas o líder de produção sabia usar a base	Equipe do setor de pintura treinada para usar o equipamento e carregamento dos caminhões, apenas com a supervisão do líder de produção.
--	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor

5. CONCLUSÕES

Conforme exposto ao longo dessa pesquisa, o *Lean* foi implementado inicialmente em indústrias de manufatura de automóveis. Devido ao sucesso obtido, houve grande pressão por empresas de outros ramos de atividade para que houvesse adaptações a fim de que a metodologia desenvolvida para esse tipo de negócio pudesse ser ampliada e outros segmentos fossem beneficiados. Os mesmos pesquisadores que observaram as práticas diferenciadas da *Toyota Motor Company* (Womack, Jones), foram os responsáveis por dar respostas às empresas dos outros setores da economia, através do desenvolvimento dos princípios do Pensamento *Lean* ou Pensamento Enxuto.

O que antes era privilégio das grandes corporações, com a “chegada” do pensamento *Lean*, passou a estar disponível também para empresas de outros portes, como pequenas e médias, pois essas também precisam ser produtivas e eficientes em seus processos para atender as demandas de seus clientes, e participarem da competição para se manterem no mercado de forma sustentável.

Nesse contexto, uma pequena empresa de fabricação de estruturas metálicas, que nunca havia implementado qualquer iniciativa para aplicação dos princípios *lean* em seu processo de manufatura, desafiou-se a iniciar a jornada de implementação dos conceitos do *Lean manufacturing* em sua operação, já que se encontra em um mercado bastante competitivo.

A proposta de desenvolvimento dessa jornada *Lean* entre a empresa e pesquisador, levou a construção de um trabalho usando o método de pesquisa-ação, no qual o pesquisador participa ativamente como membro do time de implementação, podendo influenciar os caminhos a serem percorridos. Como parte desse desenvolvimento, uma busca na literatura foi realizada, e as experiências compartilhadas por outros pesquisadores na implementação do *Lean* em pequenas empresas foram analisadas, e um conjunto de práticas bem estabelecidas foi proposta à empresa através de um protocolo de pesquisa, levando em conta a nível de conhecimento do *Lean* pela empresa, e a pequena aderência da literatura quando avaliado semelhanças não só pelo porte, mas pelo mercado e nível de maturidade em relação ao tema, manufatura *Lean*.

Com o objetivo de contribuir com a academia, trazendo a perspectiva de uma empresa neófito quanto ao *Lean*, foi realizada uma avaliação inicial para entender com

mais profundidade o contexto, desafios e expectativas da empresa. Entrevistas com os trabalhadores de todos os níveis foram realizadas, o mapeamento do processo (SIPOC, VSM) feito junto com a liderança e alguns líderes da produção e através do compartilhamento dos princípios *Lean*, dos 8 desperdícios do *Lean*, *uso do 5S e outras ferramentas*, a liderança e o pesquisador iniciaram a transformação do sistema atual para um modelo que usa os princípios do *Lean* como guia nessa nova jornada. Descobriu-se nesse processo que a empresa quer obter algumas certificações para poder estar melhor posicionada frente a seus competidores, e essas certificações passam por uma empresa mais estruturada, organizada e eficiente, necessitando de rastreabilidade, a qual pode ser obtida através de processos padronizados e bem documentados.

O novo olhar com foco nos desperdícios abundantes na produção, a falta de controle das suas etapas de processo, falha na comunicação de metas e objetivos, o tema de segurança de pessoa e do processo também foi incorporado como oportunidades de melhoria em seus processos de manufatura, garantindo assim não só a participação, mas o engajamento da força de trabalho na busca por melhoria contínua da rotina do dia a dia, o que gera também desenvolvimento pessoal. Reuniões diárias de performance foram introduzidas, temas como segurança, produção diária, desvios, defeitos, falta de material, atrasos, carregamentos, descarregamentos, paradas dos equipamentos, causa-raiz, elevando a força de trabalho a um outro nível.

Em pequenas ações na aplicação de 5S, os trabalhadores puderam contribuir com a liberação de 20% a 75% de espaço em algumas áreas de armazenamento, economias em aumento de fluxo de caixa de 4% a 10% melhorando a gestão de inventário, moral e motivação em contribuir com ideias de melhoria vê-las sendo implementadas, como a organização e quantificação de materiais existente, diminuindo em 100% o desperdício de movimento na busca de barras de aço. Devido às reuniões de performance diárias, os trabalhadores sabem o que se espera deles para o dia em termos de objetivos e os KPIs criados, ajudam no controle das metas diárias de produção.

Clientes que já visitaram a empresa depois do início da pesquisa, já observam as mudanças positivas que a implementação dos primeiros princípios e ferramentas já vem causando nos resultados de performance, mas na própria aparência da empresa.

Respondendo à pergunta da pesquisa, sim, é possível adequar a implementação dos princípios *Lean* em uma pequena empresa de fabricação de estruturas metálicas.

Quanto às limitações desta pesquisa, a coleta de dados está limitada à um unidade de medida não padronizada, não permitindo uma análise mais detalhada dos tempos de ciclo e atravessamento (*cycle* e *lead* time respectivamente). Um desdobramento desse trabalho levando em conta unidades de medida menores (segundos), coletadas diretamente do processo produtivo, poderá trazer novas perspectivas no âmbito do planejamento de produção. O tempo de aplicação da pesquisa também foi um limitante, não permitindo explorar o uso de outras ferramentas do *Lean*, como um sistema puxado, supermercado e o Kanban.

Essa pesquisa confirma o potencial de ganhos financeiros, melhorias no processo e oportunidades de se pensar diferente trazidos pelo pensamento *Lean*, que podem ser aplicadas em pequenas empresas.

O apoio da liderança é fundamental para garantir não só a velocidade, mas as mudanças na cultura da empresa. Cabe a empresa a disciplina para finalizar as etapas e colher os frutos do trabalho e buscar manter o engajamento de seus trabalhadores.

A jornada é excitante, a mudança é inevitável e não deveria haver volta. A semente foi plantada. Da mesma forma que isso tem sido possível em uma pequena empresa de fabricação de estruturas metálicas, outras empresas de manufatura podem iniciar essa jornada com a certeza de obter bons resultados. Empresas em outros ramos de atividades, como comércio e serviços, devem fazer os ajustes necessários para seus mercados e aplicar os princípios do pensamento *Lean*, do pensamento enxuto em seus processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9062 – **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. São Paulo, 2017

BIANCHINI, A., SAVINI, I., Andreoni, A., Morolli, M., Solfrini, V.; **Manufacturing Execution System Application within Manufacturing Small–Medium Enterprises towards Key Performance Indicators Development and Their Implementation in the Production Line**, Sustainability2024, 16, 2974, MDPI, 2024

BROWNING, T. R., DE TREVILLE, S.; **A lean view of lean: Editorial**, Wiley, Journal Operation Management - JOOM, 2021, 640-652

BUSNELLO, E. C.; KANAI, J.; GOMES, K. M.; RUIZ, E. M.; FONTANINI, P. S. P., , 1º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos - Campinas, TECSIC, 2017

Census; **What is a Small Business?**, acesso em 20/06/2024 <https://www.census.gov/library/stories/2021/01/what-is-a-small-business.html#:~:text=It%20defines%20small%20business%20by,of%20%2416.5%20million%20or%20less>, 2021

CDL, Connecticut Department of Labor, Lean Government Service: Versions of a Process. Acesso em 11/11/2024. <https://www.ctdol.state.ct.us/lean/process.htm>

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. International Journal of Operations & Production Management, v.22, n.2, p.220-240, 2002.

CUSUMANO, M. A.; HOLWEG, M.; HOWELL, J. et al.; **Commentaries on “The Lenses of Lean”**. J Oper Manag. 2021; 67:627–639

DA SILVA, I. P. C., DA SILVA, J. S., **Uma Proposta Metodológica simplificada de implantação do Lean Six Sigma em Pequenas e Médias Empresas**, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Arapiraca, 2020

DENNIS, P.; **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**; 2 ed., Porto Alegre, Bookman, 2008

FAGUNDES, J. B., SHAEFER, J. L., DE MORAES, J., CLAVIJO, M. L. T., NARA, E.O. B., KIPPER, L. M., Produto & Produção, vol. 19, n.1, p.71-84. 2018*

FALCONI, V.; **O verdadeiro poder**, Nova Lima, INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009

GIL, A. C.; **Como elaborar Projetos de Pesquisa**, 4 ed., São Paulo, Atlas, 2002

GYGI, C.; WILLIAMS, B.; **Six Sigma for Dummies**, 2 ed., Hoboken, Wiley, 2012

HOSOTANI, K.; **The QC problem solving approach; solving workplace problems the Japanese way**. Tokyo, 3A Corporation, 1989

KUBIAK, T. M.; BENBOW, D. W.; **The Certified Six Sigma Black Belt Handbook**, 3 ed, Person, Tamil Nadu, 2018

LIKER, J. K.; **O Modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre, Bookman, 2005.

DE LIMA, D. F. S., ALCANTARA, P. G. F., SANTOS, L. C., SILVA, L. M. F., DA SILVA, R. M., **Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas Lean em uma empresa calçadista**, Florianópolis, Produção OnLine - ABEPRO, 2016

M&M's, M&M's Welding & Fabricating. <https://www.mmsweldfab.com/> , Site da Empresa, 2024. - Acesso em 20/06/2024, MCN, Metal Construction News, <https://www.metalconstructionnews.com/articles/steel-joist-installation/>, 2024

MARCELINO, H. P.; WEISS, J. M. G., **Melhoria de processos por meio do mapeamento do fluxo de valor: Estudo de Caso**, Salvador, ENEGEP, 2009

MARTICHENKO, R. O., **Tudo que sei sobre Lean aprendi no primeiro ano da escola**, São Paulo, Lean Institute Brasil, 2012

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2 ed., Rio de Janeiro, Elsevier: ABEPRO, 2012.

MORGAN, J.; BRENIG-JONES, M.; **Lean Six Sigma for Dummies**, 2 ed., Chichester, Wiley, 2012

NISHIMOTO, R. K., Souza, G. F. M., ROSSINO, L. S., LUCHE, J. R. D., **Implantação do Lean Manufacturing em uma empresa de médio porte**. Científica Digital, Guarujá, 2021

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

PEREZ, P. R.; **Small businesses, big impact**, Lean Institute Brasil, acesso 20/06/2024 <https://www.planet-lean.com/articles/small-businesses-big-impact>, 2024

PETERS, T.; WATERMAN, R. H.; **In Search of Excellence**, Rio de Janeiro, HarperBusiness, 2006

RODRIGUES, M. V.; **Ações para a Qualidade**, 4 ed., Rio de Janeiro, Campus, 2012

ROTHER, M.; SHOOK, J.; **Aprendendo a enxergar**, São Paulo, Lean Institute Brasil, 2003

SANTOS, A. L. S. V., **Lean: Desafios e Oportunidades nas Pequenas e Médias Empresas**, Escola Superior de Tecnologia e Gestão Politécnico do Porto, 2022

SANTOS, J.; WYSK, R. A.; TORRES, J. M.; **Otimizando a produção com a Metodologia LEAN**, São Paulo, Leopardo Editora LTDA, 2009

SEBRAE; **Anuário do Trabalho nos Pequenos Negócios 2016**, 9 ed., São Paulo, SEBRAE-DIEESE, 2018

SEBRAE; <https://agenciasebrae.com.br/economia-e-politica/abertura-de-micro-e-pequenas-empresas-tem-alta-de-66-em-2023/#:~:text=Foram%202.908.104%20novos%20MEI,criadas%20no%20pa%C3%ADs%20em%202023.>, São Paulo, Acesso em 12/07/2024, 2023

SILVA, F. W. S.; ALVES, A. C.; & FIGUEIREDO, M. C. B.; **Lean Production in small and medium sized companies from the Free Economic Zone of Manaus: a reality or just fiction?** *Gestão & Produção*, 26(4), e4237. (2019) <https://doi.org/10.1590/0104-530X-4237-19> - Acesso em 15/09/2024

SLACK, N., BRANDON-JONES, A., JOHNSTON, R.; et al. **Administração da Produção**, 8 ed. São Paulo, Atlas, 2018

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo, Cortez, 2018.

TURRIONI, J. B., MELLO, C. H. P.; **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção - Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**, Itajubá, UNIFEI, 2012

VAZ, C. R.; FERENHOF, H. A.; PETTER, R. R.; SELIG, P. M.; FORCELLINI, F. A.; **Mapeamento do fluxo de valor na produção de portas laqueadas em uma micro empresa do setor moveleiro**, Bauru, XVIII SIMPEP, 2011

WESTBROOK, R.; **Action research: a new paradigm for research in production and operations management**. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 15, n. 12, p.6-20, 1995.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROSS, D.; **A máquina que mudou o mundo**, Rio de Janeiro, Campus, 1992

WOMACK, J. P., JONES, D. T.; **Lean Thinking**, New York, Free Press, 2003

ZANIN, A. H., Kamimura, E. S., FAIA PINTO, A. R., HERMOSILLA, J. L. G., FERRAZ JUNIOR, F.; **Diretrizes para a implantação da Produção Enxuta em micro e pequenas empresas: Um estudo no segmento industrial têxtil da região de Barretos-SP**, Taubaté, *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 2023

APÊNDICE A - O PRODUTO TECNOLÓGICO

A proposta de Produto Tecnológico para essa pesquisa, é um manual para auxiliar uma pequena empresa na Jornada de implementação do Lean Manufacturing, criando a estrutura inicial básica para fazer o mapeamento de seu processo produtivo, uso de algumas ferramentas do *Lean* e definir os indicadores chaves de desempenho.

Além do manual, a ideia é criar uma conexão visual com o usuário do mesmo, e para isso as etapas do manual foram convertidas em uma apresentação Power Point.

A estrutura proposta para manual é:

- Manufatura Lean
 - Pensamento enxuto
 - As 8 perdas ou 8 desperdícios
- Entrevista com a liderança da empresa
- Entrevista com trabalhadores que executam o processo
- Definição de Metas e Objetivos e seus desdobramentos até o nível operacional
- Criação do SIPOC
- Criação do VSM - Estado atual
- O 5S (como sugestão pois funcionou para M&M's)
- Criação dos KPIs
- Criação do VSM - Estado futuro

Justificativa e contribuições

Segundo a Agência Sebrae de notícias, “O Brasil registrou a abertura de 859 mil micro e pequenas empresas em 2023, uma alta de 6,62% em relação ao ano anterior, quando foram criados 805,6 mil empreendimentos. Os números apontam para uma média de 2,3 mil novos negócios desse porte abertos por dia, segundo levantamento do Sebrae com base no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) da Receita Federal do Brasil (RFB).

No caso das novas microempresas (ME), categoria que fatura até R\$ 360 mil por ano, o salto foi de 674,5 mil para 715 mil, de 2022 para 2023. Já as novas empresas de pequeno porte (EPP), cujo faturamento anual vai de R\$ 360 mil ao teto de R\$ 4,8 milhões, passaram de 131 mil para 143,7 mil no mesmo período. Juntas, ME e EPP formam as chamadas micro e pequenas empresas (MPE)” (SEBRAE, 2023)

Há um grande potencial no mercado Brasileiro para a divulgação e implantação de *Lean* em pequenas e médias empresas. Se o crescimento for mantido nos anos seguintes, há um universo enorme de empresas que podem se beneficiar desse trabalho.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

#	Pergunta	Procedimentos
1	Qual o principal produto da empresa?	Ent (O, PM, WK) Site da empresa Obs Direta
2	Qual é o processo dominante da empresa?	Ent (O, PM, WK) Site da empresa Obs Direta
3	Quais são as características fundamentais do ambiente de negócio em que a empresa atua?	Ent (O, PM, WK) Histórico da empresa
4	Quais são os mercados em que a empresa atua?	Ent (O) Site da empresa
5	Qual é o número de clientes da empresa?	Ent (O)
6	Como a empresa compete no mercado?	Ent (O)
7	Qual o grau de customização do produto?	Ent (O, PM) Site da empresa Obs Direta
8	A empresa trouxe novos produtos nos últimos 5 anos?	Ent (O, PM, WK)
9	Quais são os processos de manufatura?	Ent (O, PM, WK) Observação direta
10	Qual o volume de produção anual?	Ent (O, PM) Documentação
11	Qual a quantidade de trabalhadores na produção?	Ent (O, PM, WK) Observação direta
12	Qual é o faturamento anual da empresa?	Ent (O, PM) Documentação
13	Há padronização nos processos existentes?	Ent (O, PM, WK) Documentação Observação direta
14	Número médio de peças que compõem uma estrutura básica	Ent (O, PM, WK) Documentação Observação direta

15	Nível de escolaridade dos empregados	Documentação
16	Porcentagem de empregados com múltiplas habilidades	Ent (O, PM) Documentação Observação direta
17	Nível e frequência de treinamento dos empregados	Ent (O, PM, WK) Documentação
18	Número de níveis hierárquicos na Produção	Ent (O, PM, WK) Documentação Observação direta
19	Como é feito o controle de qualidade das peças produzidas?	Ent (O, PM, WK) Observação direta
20	Há reclamação de clientes? Se sim, quais são as mais frequentes?	Ent (O, PM)
21	Qual é a taxa de rotatividade (anual) dos trabalhadores da produção?	Ent (O, PM)
22	Quais são os indicadores financeiros da empresa?	Ent (O)
23	Existe algum sistema de captura de sugestões de melhoria dadas pelos empregados?	Ent (O, PM, WK) Observação direta

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

Alexandre Daniel Bizetti

Lean em uma Pequena Empresa de Fabricação de Estruturas Metálicas

Produto Tecnológico

Manual para início da Implementação de Lean Manufacturing em uma Pequena Empresa

São Carlos

2025

Alexandre Daniel Bizetti



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Alexandre Daniel Bizetti, realizada em 21/05/2025.

Comissão Julgadora

Prof. Dr. Murís Lage Júnior (UFSCar)

Orientador

Dr. Manoel Fernando Martins (UFSCar)

Examinador

Dr. Gustavo Bagni (Faber-Castell)

Examinador

Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo estrutural com desdobramento de uma meta	15
Figura 2 – As três versões de um processo	17
Figura 3 - SIPOC de um Processo de Produção	18
Figura 4 - VSM - Estado Atual	19
Figura 5 – Exemplo de VSM feito com Post its, lápis, papel e caneta.	24
Figura 6 - VSM - – Definição de Clientes e Fornecedores.	25
Figura 7 - VSM – Etapas de um processo e inventários.	25
Figura 8 - VSM – Coleta de dados	26
Figura 19 – VSM – Coleta dos inventários	27
Figura 10 – VSM – Fluxo dos materiais externos	28
Figura 11 – VSM – Fluxo materiais internos e informações	29
Figura 12 – VSM – Cálculo do Lead Time	30
Figura 13 – 1º S – Classificação.	32
Figura 14 – 2º S – Organização	33
Figura 15 – 3º S - Limpeza	34
Figura 16 – 4º S - Padronização	35
Figura 17 – 5º S - Manter	36
Figura 18 – VSM - Estado futuro.	39
Figura 19 - Matriz Esforço x Benefício - Desperdícios Lean	40

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Classificação das oportunidades expressa em números.	42
---	----

Lista de Quadros

Quadro 1 – Questionário para a liderança da empresa.	10
Quadro 2 – Questionário para os trabalhadores da empresa	13
Quadro 3 – Os 5S em japonês, inglês e português.	31
Quadro 4 – Critérios para definição de níveis de esforço	41
Quadro 5 – Critérios para definição de níveis de benefícios	41

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

EBITDA - Earnings Before Income Tax Depreciation and Amortization

KPI - *Key Performance Indicator*

MIT - Massachusetts Institute of Technology

OM – Operations Management

STP - Sistema Toyota de Produção.

TPS - *Toyota Production System*

VSM - *Value Stream Mapping*

WIP - Work in Progress

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Estrutura do Manual	1
2. MANUFATURA LEAN	2
2.1. Pensamento Enxuto	2
2.2. As 8 perdas ou 8 desperdícios em processo de manufatura Lean (*)	2
2.2.1 Desperdício em Transporte (<i>Transportation</i>)	4
2.2.2 Desperdício de inventário/estoque (<i>Inventory</i>)	5
2.2.3 Desperdício de Movimento (<i>Motion</i>).....	6
2.2.4 Desperdício de Tempo Disponível/Espera (<i>Waiting</i>)	6
2.2.5 Desperdício de Superprodução (<i>Overproduction</i>).....	7
2.2.6 Desperdício de Superprocessamento (<i>Overprocessing</i>)	8
2.2.7 Desperdício ao produzir produtos fora da especificação/defeito (<i>Defect</i>).....	8
2.2.8 Desperdício da criatividade do funcionário ou habilidades (<i>Skills</i>).....	9
3. ENTREVISTA COM A LIDERANÇA DA EMPRESA	10
4. ENTREVISTA COM OS COLABORADORES QUE EXECUTAM O PROCESSO	12
5. DEFINIÇÃO DE METAS E OBJETIVOS E SEUS DESDOBRAMENTOS ATÉ O NÍVEL OPERACIONAL	14
6. CRIAÇÃO DO SIPOC	16
7. CRIAÇÃO DO VSM – ESTADO ATUAL	19
7.1. Símbolos para a criação do VSM	20
7.2. Métricas importantes para o VSM	23
7.3. Desenhando o VSM.....	23
7.3.1 Definir os requerimentos dos clientes e fornecedores	24
7.3.2 Desenhe as etapas do processo	25
7.3.3 Colete dados do processo	26
7.3.4 Colete dados de inventário	26
7.3.5 Determine o fluxo do material externo	27
7.3.6 Determine os fluxos material interno e das informações.....	28
7.3.7 Calcule o <i>lead time</i>	29
8. O 5S	30
8.1 - 1ºS – Seiri – Senso de Utilização	32
8.2 - 2ºS – Seiton – Senso de Organização.....	33

8.3 - 3ºS – Seiso – Senso de Limpeza	33
8.4 - 4ºS – Seiketsu – Senso de Padronização.....	34
8.5 - 5ºS – Senso de Sustentabilidade do processo/ Manter	35
9. CRIAÇÃO DOS KPIS	36
10. CRIAÇÃO DO VSM – ESTADO FUTURO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

O produto tecnológico apresentado aqui é uma ferramenta para que uma pequena empresa tenha diretrizes básicas para início da Jornada de implementação da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) em suas atividades. Este manual foi elaborado tendo como empresa de fundo, uma indústria de manufatura, especificamente de estruturas metálicas. Se o manual for usado para uma empresa cujo ramo de atividade é Indústria, o manual terá uma aderência maior, porém ele deverá ser ajustado para pequenas empresas de ramos de atividade diferentes, como Serviços e Comércio.

Lean é uma forma de pensar em como criar valor com menos recursos, eliminando o máximo de desperdícios possível (Cusumano, 2021, p. 630). O Lean passou a representar tudo que possa melhorar o gerenciamento das operações (OM).

1.1. Estrutura do Manual

Este manual está estruturado de forma a guiar o leitor na condução de atividades iniciais para a implementação de uma Manufatura Lean em uma pequena empresa. Os tópicos abordados são:

- Manufatura *Lean*
- As 8 perdas ou 8 desperdícios (*)
- Entrevista com a liderança da empresa
- Entrevista com colaboradores que executam o processo
- Definição de Metas e Objetivos e seus desdobramentos até o nível operacional
- Criação do SIPOC (*)
- Criação do VSM - Estado atual (*)
- Criação dos KPIs
- Criação do VSM - Estado futuro

Todos os itens com asterisco (*) são, dessa lista, os essenciais para as pequenas empresas. Dúvidas poderão ser esclarecidas com o autor através do seguinte contato:

alexdbiz@hotmail.com

2. MANUFATURA LEAN

Lean é uma palavra que surgiu nos anos 80 como sinônimo do Sistema Toyota de Produção (TPS – *Toyota Production System*). Desde então vem sofrendo muitas alterações, adaptações, ajustes, e vem sendo estudado com afinco pelos pesquisadores no meio acadêmico e nas corporações. Por causa disso, não se consegue afirmar que continua sendo um sinônimo do STP.

Em 1996, Womack e Jones sugeriram ampliar a aplicação da produção enxuta para outros mercados, eliminando desperdícios e usando o conceito de “fluxo de valor” para que produtos e serviços chegassem ao mercado de um jeito mais eficiente (Cusumano, 2021. p. 629).

2.1. Pensamento Enxuto

Para adaptar o conceito de *Lean manufacturing*, criado por um grupo de pesquisadores do MIT (Womack et al, 1992, p. 3) a outras empresas em ramos de atividades diferentes da automotiva, os pesquisadores criaram o conceito de “pensamento *Lean*” ou “pensamento enxuto” e com ele estabeleceram 5 princípios que norteiam uma empresa a ser uma “empresa *Lean*”. Com isso, esses princípios podem ser aplicados à maioria das empresas em qualquer ramo de atividade. Os princípios são:

- Valor (o que é considerado valor para o cliente)
- Cadeia de valor para cada produto
- Fluxo (sem interrupções)
- Puxar (o cliente determina a demanda de produção)
- Perfeição (perseguir a perfeição do processo e produto)

O pensamento *Lean* é indicado como o antídoto para o desperdício - MUDA (Womack e Jones, 2003, p. 15).

2.2. As 8 perdas ou 8 desperdícios em processo de manufatura Lean (*)

Dentro do STP o desperdício deve ser eliminado e é o caminho para o estabelecimento de uma empresa Lean. Há 3 tipos de desperdícios nas organizações:

- sobrecarga de pessoas e equipamentos (*Muri*),
- desnivelamento (*Mura*)
- atividades que não agregam valor (*Muda*).

Esses são os 3 Ms que devem ser eliminados, pois podem prejudicar a produtividade das pessoas e do sistema de produção.

- *Muda – Nenhuma agregação de valor.* O M mais conhecido inclui os oito tipos de perdas. Tratam de atividades supérfluas que aumentam os *lead times*, causam movimentos extras para obter peças ou ferramentas, criam excessos de inventários/estoques ou resultam em alguma forma de espera.
- *Muri – sobrecarga de pessoas ou de equipamentos.* Em alguns aspectos, este M encontra-se na extremidade oposta à do muda. *Muri* significa colocar uma máquina ou uma pessoa além de seus limites naturais. A sobrecarga de pessoas resulta em problemas de segurança e de qualidade. A sobrecarga do equipamento causa interrupções e defeitos.
- *Mura – desnivelamento.* Pode ser visto com a resolução dos outros dois Ms. Em sistemas de produção normais, às vezes há mais trabalho do que as pessoas ou máquinas podem realizar e outras vezes há falta de trabalho. O desnivelamento resulta de um programa de produção irregular ou de volumes de produção flutuantes devido a problemas internos, como paralisações, falta de peças ou defeitos. *Muda* é resultado de *mura*. O desnivelamento da produção significa que será necessário ter à mão o equipamento, os materiais e as pessoas para o mais alto nível de produção – Mesmo que as exigências normais sejam muito menores.

Numa empresa *Lean*, os 5 princípios nortearão as decisões da alta direção da empresa e a eliminação de perdas / desperdícios, e o uso de ferramentas do *Lean*, são parte intrínseca do processo de construção da empresa *Lean*.

Anteriormente foi visto como o *Lean* está muito relacionado ao Sistema Toyota de Produção, e esse sistema criado por Taiichi Ohno, busca eliminar os desperdícios encontrados normalmente em processos produtivos. São eles:

9. Desperdício de superprodução (*Overproduction*)
10. Desperdício de tempo disponível/espera (*Waiting*)
11. Desperdício em transporte (*Transportation*)
12. Desperdício de superprocessamento (*Overprocessing*)
13. Desperdício de inventário/estoque (*Inventory*)
14. Desperdício de movimento (*Motion*)
15. Desperdício ao produzir produtos fora da especificação/defeito (*Defect*)

Quando esses desperdícios são eliminados, espera-se um aumento na eficiência das operações (Ohno, 1997).

Aos sete desperdícios já apresentados, um oitavo foi acrescentado por Jeffrey Liker (Liker, 2005, p. 46-47):

16. Desperdício da criatividade do funcionário ou habilidades (*Skills*)

A literatura apresenta uma sigla bastante divulgada para os 8 desperdícios, TIMWOODS conforme os nomes em inglês. São eles:

9. **T**ransportation
10. **I**nventory
11. **M**otion
12. **W**aiting
13. **O**verproduction
14. **O**verprocessing
15. **D**efect
16. **S**kills

A seguir, há mais detalhes sobre os 8 desperdícios para que posteriormente os identifiquemos nos mapeamentos de processo que serão feitos. A forma como serão descritos os desperdícios será na forma de exemplos em situações de trabalho. Ao avaliar seu processo, encontre exemplos similares e use-os com o seu público-alvo.

2.2.1 Desperdício em Transporte (*Transportation*)

Todo movimento desnecessário de materiais, produtos ou documentação.

Adiciona tempo no processo sem agregar valor, aumentando as oportunidades de danificação pelo excesso de movimentação desse material e gera espera em outros processos que precisam dos mesmos recursos para os transportar; há custos escondidos.

1. Se você não tem um local apropriado para armazenar um determinado material, você vai colocá-lo temporariamente em algum lugar até o local correto estar liberado para uso.
2. Portas para um novo edifício em construção que ainda não tem os batentes instalados. É necessário que sejam armazenadas na garagem do prédio até que os batentes sejam instalados. Quando os batentes são instalados, as portas são movidas para o andar onde serão usadas e colocadas na sala onde serão usadas. Quando o responsável por instalar as portas chega, ele as toma, uma a uma e vai instalando.
3. Compras de mercado até o consumo. Avalie a quantidade de vezes que um pacote de biscoite é tocado até o momento de seu consumo.
4. Um documento que precisa ser assinado pela diretoria da empresa. Ele vai de sala em sala ou, de computador em computador, até que todos o assinem. Vários armazenamentos.
5. Aproveitar a viagem e já trazer 4 pallets de tinta, sendo que só há espaço para armazenar 2.

2.2.2 Desperdício de inventário/estoque (*Inventory*)

Trabalho em processo que excede o que foi requerido a produzir pelo cliente

Ele reduz o fluxo de caixa, normalmente requer espaço extra para armazenamento e atividades de transporte, pode estragar ou ser danificado por excesso de armazenamento e/ou transporte; há custos escondidos.

1. Todos os exemplos do transporte podem ser considerados como desperdício de inventário também, pois são armazenados em vários lugares que não o destino final.
2. A área de compras, para obter um preço melhor, compra uma grande quantidade de papel higiênico que vai demorar 3 meses para ser totalmente

consumido. Durante esse tempo, esse material precisa ser armazenado em algum lugar, ocupando talvez um espaço que seria mais bem usado por outros materiais importantes.

3. Tirar cinco fotos iguais com o celular.
4. Por não inventariar os materiais já existentes na sua fábrica, comprar mais material para um novo projeto.
5. Aproveitar uma promoção e comprar uma caixa de máscaras com 40 unidades, sendo que o uso anual é apenas de 12.

2.2.3 Desperdício de Movimento (Motion)

Todo movimento desnecessário de pessoas.

Movimento toma tempo que não agrega valor; toma tempo extra devido a um leiaute ineficiente; devido a desorganização de um espaço, há necessidade de se fazer outro caminho para chegar a destino desejado; há custos escondidos.

1. Procurar onde estão os parafusos para a montagem de um determinado produto. Não estão no lugar de sempre.
2. O comprador espera uma confirmação de material a ser comprado pois o seu inventário não está atualizado e você tem que ir até o estoque para ver se tem a peça ou não.
3. Ter que abaixar e levantar várias vezes por não seguir um trabalho padronizado que foi elaborado para uma melhor ergonomia na atividade.
4. Não ter estudado uma das operações e ter que ligar várias vezes para o operador mais experiente para tirar dúvidas.
5. Ter uma falha em um dos acionadores de abertura e fechamento da válvula X e ter que ir até o local da válvula para operá-la manualmente.

2.2.4 Desperdício de Tempo Disponível/Espera (*Waiting*)

Qualquer atraso entre quando uma etapa de processo termina e a próxima etapa inicia.

Pessoas e peças esperam por um ciclo ser terminado; interrompe o ritmo de trabalho; é o inimigo de um fluxo balanceado; é camuflado pela superprodução; às vezes vale a pena usar esse tempo em outras atividades que não tem tanto desperdício; há custos escondidos.

1. Esperando sua vez na fila para ser atendido pelo médico apesar de ter agendado a consulta para as 9:30AM.
2. O material não chegou como havia sido programado e você não tem como começar a atividade e não vale a pena configurar a máquina para produzir o próximo produto.
3. O seu caso está esperando o oficial de imigração avaliá-lo para que você possa ter sua autorização de trabalho aprovada.
4. O seu cliente está esperando a entrega do produto pois você não terminou dentro do prazo devido à quebra de um dos seus equipamentos que não passou pela manutenção preventiva semana passada.
5. Devido à falta de programação da sua produção, a ponte rolante está sendo usada por outro trabalhador e você tem que esperar a liberação para mover o material que a linha de produção está esperando.

2.2.5 Desperdício de Superprodução (*Overproduction*)

Serviço ou produção além do que é necessário para uso imediato.

Produzir antes, mais rápido o em maior quantidade que a demanda do cliente; o processo continua produzindo mesmo que o produto não é requerido; causa excesso de inventário; de uma certa forma exige disponibilidade de recursos para produzir antes do que era necessário; é comumente classificado como o pior desperdícios dentre os 8; há custos escondidos.

1. Produzir 5000 unidades, sendo que o cliente só pediu 4000.
2. Comprar 20 pãezinhos sendo que sua família vai consumir apenas 4 por dia.
3. Aproveitar que os trabalhadores estão disponíveis e fazer mais 200 peças para deixar em estoque, mesmo que não haja pedido para esse produto.

4. Imprimir 2 cópias a mais de um determinado projeto, por segurança, sendo que somente 3 pessoas foram convidadas para a reunião de apresentação.
5. Pedir um pouco mais de material pois pode haver erros na hora de cortá-lo.

2.2.6 Desperdício de Superprocessamento (*Overprocessing*)

Adicionar mais valor a um serviço ou produto que o cliente quer pagar.

Processamento além das especificações do cliente; é melhor realizar o trabalho certo da primeira vez que fazer, refazer e refazer para corrigir os erros; pode gerar extra transporte, movimento e inventário; há custos escondidos.

1. Cinco fotos da mesma cena, tiradas com o celular e armazenadas automaticamente pelo proprietário. Só serão removidas ou deletadas, quando se precisar de mais espaço no celular.
2. Colocar 3 colheres de pó de café no processo sendo que apenas 2 são suficientes para a quantidade que se deseja de café.
3. Adicionar 10 ml de reagente químico, sendo que com 8 ml a análise seria possível de ser feita.
4. Ter o princípio ativo sempre em 4% sendo que a especificação do cliente diz que é aceitável entre 2% e 4,5%.
5. Utilizar um perfil em L de 0.250mm para um projeto, sendo que um perfil de 0.125mm é suficiente para sustentação da estrutura.

2.2.7 Desperdício ao produzir produtos fora da especificação/defeito (*Defect*)

Qualquer aspecto de um serviço ou produto que não está conforme as necessidades do cliente ou suas especificações.

Resulta em insatisfação do cliente; não é feito certo da primeira vez; pode gerar retrabalho ou perdas de material/produto; não atende os requerimentos do cliente; há custos escondidos.

1. Cortar uma peça 12.5mm menos que o desenho requeria.

2. Comprar 3 queijos na promoção de 50% sendo que a data de vencimento é hoje e você não tem com quem dividir.
3. Entregar o novo banco do vestiário reformado da empresa cliente 2 dias depois de sua inauguração.
4. Imprimir 2 cópias a mais de um determinado projeto, por segurança, sendo que somente 3 pessoas foram convidadas para a reunião de apresentação.
5. Fazer um furo a mais no perfil em L para o cliente.

2.2.8 Desperdício da criatividade do funcionário ou habilidades (Skills)

É um desperdício não aproveitar as habilidades dos trabalhadores.

Manter as pessoas envolvidas em melhoria-contínua? Subutilização das habilidades das pessoas; melhor uso do tempo das pessoas; melhor uso das experiências vividas pelas pessoas em outras funções, inclusive em termos pessoais.

1. Eletricista qualificado trabalhando como cortador;
2. Contratar uma empresa de infraestrutura quando no time há um trabalhador com 10 anos de experiência na área e que está em outra função na sua empresa por falta de vaga na área de expertise.
3. Trabalhador bilingue (português / inglês) não usado para se comunicar com o motorista americano do caminhão.
4. Trabalhador com potencial de liderança não desenvolvida por falta de visão da gestora.
5. Treinamento da área de melhoria contínua não oferecido aos trabalhadores.

Tendo isso em mente, o primeiro passo é conhecer um pouco da empresa onde será aplicado o *Lean Manufacturing*. Para isso, há algumas maneiras de se obter as informações sobre a empresa e seus processos. Entrevistas com o dono da empresa ou sua liderança e funcionários, internet, portal da empresa, observando diretamente o dia a dia, sua rotina. Vamos abordar as entrevistas com a liderança e trabalhadores nesse manual, e o Mapeamento do processo. Dependendo da sua relação com a empresa,

objeto do uso desse manual, a observação direta pode ser algo do seu dia a dia, e informações na internet e portal da empresa, são outras fontes de dados que podem ser consultadas.

3. ENTREVISTA COM A LIDERANÇA DA EMPRESA

O primeiro passo é conhecer um pouco da empresa onde será aplicado o *Lean Manufacturing*. Para isso, há algumas maneiras de obter informações. Além da internet que muitas vezes está cheia de notícias, o portal da empresa é um ótimo início para que o responsável pela condição do projeto de implementação do *Lean Manufacturing* comece sua pesquisa. É importante entender o contexto em que a empresa está inserida para que a estratégia seja definida corretamente e haja êxito na sua condução/implementação.

A Tabela 1 sugere perguntas a serem feitas à liderança para obtenção de informações sobre o contexto da empresa. Será natural que outros temas sejam abordados voluntariamente pelos entrevistados e poderão ser capturados durante as entrevistas, como o processo produtivo, problemas atuais pelos quais está passando, medos, reclamações, ações positivas feitas pela liderança, funcionários, etc, mas o entrevistador precisa estar focado em seu objetivo e não deixar-se distrair-se, mas completar a tarefa de fazer as perguntas que buscarão direcionamento para a implementação do *Lean Manufacturing*. Se o entrevistador está bastante familiarizado com a empresa, as entrevistas com a liderança poderão ser reduzidas, não sendo necessário fazer algumas perguntas da Quadro 1.

Quadro 1 – Questionário para a liderança da empresa

#	Pergunta
1	Qual o principal produto da empresa?
2	Qual é o processo dominante da empresa?
3	Quais são as características fundamentais do ambiente de negócio em que a empresa atua?

4	Quais são os mercados em que a empresa atua?
5	Qual é o número de clientes da empresa?
6	Como a empresa compete no mercado?
7	O que seus clientes consideram valor em seus produtos?
8	Qual o grau de customização do produto?
9	Número médio de peças que compõem um produto?
10	A empresa trouxe novos produtos nos últimos 5 anos?
11	Quais são os processos de manufatura?
12	Qual o volume de produção anual?
13	Qual é o faturamento anual da empresa?
14	Quais são os indicadores chave da empresa?
15	Existe algum sistema de captura de sugestões de melhoria dadas pelos empregados?
16	Há reclamação de clientes? Se sim, quais são as mais frequentes?
17	Há padronização nos processos existentes?
18	Como é feito o controle de qualidade das peças produzidas?
19	A empresa possuiu alguma experiência anterior com Lean Manufacturing?
20	Qual a quantidade de trabalhadores na produção?
21	Qual é o nível de escolaridade dos empregados?
22	Porcentagem de empregados com múltiplas habilidades?
23	Nível e frequência de treinamento dos empregados?
24	Algum dos trabalhadores já viveu na empresa ou trabalho anterior, experiências que contemplam Lean Manufacturing?
25	Qual é número de níveis hierárquicos na Produção?
26	Qual é a taxa de rotatividade (anual) dos trabalhadores da produção?

É importante frisar aos entrevistados que suas identidades serão mantidas em sigilo para que as respostas dadas sejam as mais transparentes possíveis. Se o time de

liderança é pequeno, talvez fique óbvio quem respondeu. Nesse caso, avalie se a entrevista não deva ser conduzida com toda a liderança e depois, particularmente, buscar alguma confirmação individual com a pessoa mais capacitada em dar a informação requerida.

Entrevistar mais de 1 pessoa da liderança tem como objetivos:

- Obter informações da empresa com as fontes da informação (Ex. Produção- provavelmente o gerente de produção deve ter as informações mais atualizadas sobre a produção do que qualquer outro líder. Isso não faz sentido?)
- Verificar o nível de alinhamento existente entre a liderança.
- Obter pontos de vistas diferentes sobre o processo produtivo.

Dependendo do ramo de atividade da pequena empresa, outras perguntas devem ser elaboradas e algumas das que foram sugeridas, provavelmente não serão aplicáveis.

As respostas obtidas serão usadas para avaliar a estratégia a ser usada na implementação.

4. ENTREVISTA COM OS COLABORADORES QUE EXECUTAM O PROCESSO

As entrevistas com os colaboradores que executam o processo têm como objetivos:

- Ouvir dos “especialistas” como o processo funciona
- Verificar alinhamento sobre comunicação e entendimento sobre as atividades que agregam valor, não agregam valor e aquelas que não agregam valor, mas são requeridas.
- Obter outros pontos de vista sobre a empresa
- Mapear os perfis dos trabalhadores
- Verificar potenciais advogados no trabalho de implementação de uma cultura *Lean*

Algumas coisas devem ser lembradas para essas entrevistas. São elas:

- As identidades serão mantidas em sigilo

- Algumas informações pessoais poderão ser usadas para fins estatísticos, como por exemplo, grau de escolaridade, idade, tempo de experiência, etc.
- A entrevista deve ser feita de forma individual, em ambiente seguro, confortável
- O processo deve ser explicado para o entrevistado e expor os objetivos do trabalho que se pretende fazer.

Algumas sugestões de perguntas para os colaboradores estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Questionário para os trabalhadores da empresa

#	Pergunta
1	Qual é o processo dominante da empresa?
2	O que você acredita ser valor para os clientes da empresa?
3	Qual o grau de customização do produto?
4	Número médio de peças que compõem um produto?
5	Quais são os processos de manufatura?
6	Quais são os indicadores chave da empresa?
7	Existe algum sistema de captura de sugestões de melhoria dadas pelos trabalhadores?
8	Há reclamação de clientes? Se sim, quais são as mais frequentes?
9	Há padronização nos processos existentes?
10	Como é feito o controle de qualidade das peças produzidas?
11	Você possui alguma experiência anterior com Lean Manufacturing?
12	Qual o seu maior nível de escolaridade?
13	Frequência de treinamento dos empregados?

Dependendo do ramo de atividade da pequena empresa, outras perguntas devem ser elaboradas e algumas das que foram sugeridas, provavelmente não serão aplicáveis.

5. DEFINIÇÃO DE METAS E OBJETIVOS E SEUS DESDOBRAMENTOS ATÉ O NÍVEL OPERACIONAL

A definição de metas traz direção à empresa e seus funcionários quanto aonde se quer chegar. Como visto na pergunta 13 da tabela 1, saber quais são os indicadores chave da empresa se faz necessário para definir as estratégias para alcançá-los. Apesar do foco ser na implementação de *Lean Manufacturing*, indicadores de segurança, financeiros também podem e devem ser trazidos à mesa nessa hora. Como querer produtividade no seu processo se ele é inseguro e os trabalhadores têm receio da atividade que executa, do lugar que trabalha, das ferramentas que usa. É um conjunto que precisa ser levado em conta. Em pequenas empresas onde o planejamento estratégico não está presente, metas financeiras devem ser a direção no estabelecimento de metas para os demais níveis da empresa.

Suponha que a empresa tenha um indicador de segurança. Esse resultado deve ser a soma dos números dos departamentos que a compõem. Suponha que no ano anterior a empresa teve 10 quase-acidentes, e que esse ano ela quer reduzir em 50% o número de quase-acidentes, ou seja, apesar de nenhuma empresa querer colocar seus colaboradores em risco, ela estabelece essa meta. Mesmo que seu departamento não teve nenhum quase-acidente no ano passado, ele precisa contribuir com essa meta. Seria natural que o líder do departamento tenha uma meta para o departamento de zero-quase acidentes para o próximo ano, pois quer manter o excelente número do ano anterior, e os operadores contribuem da mesma forma, tendo metas individuais de zero quase-acidentes

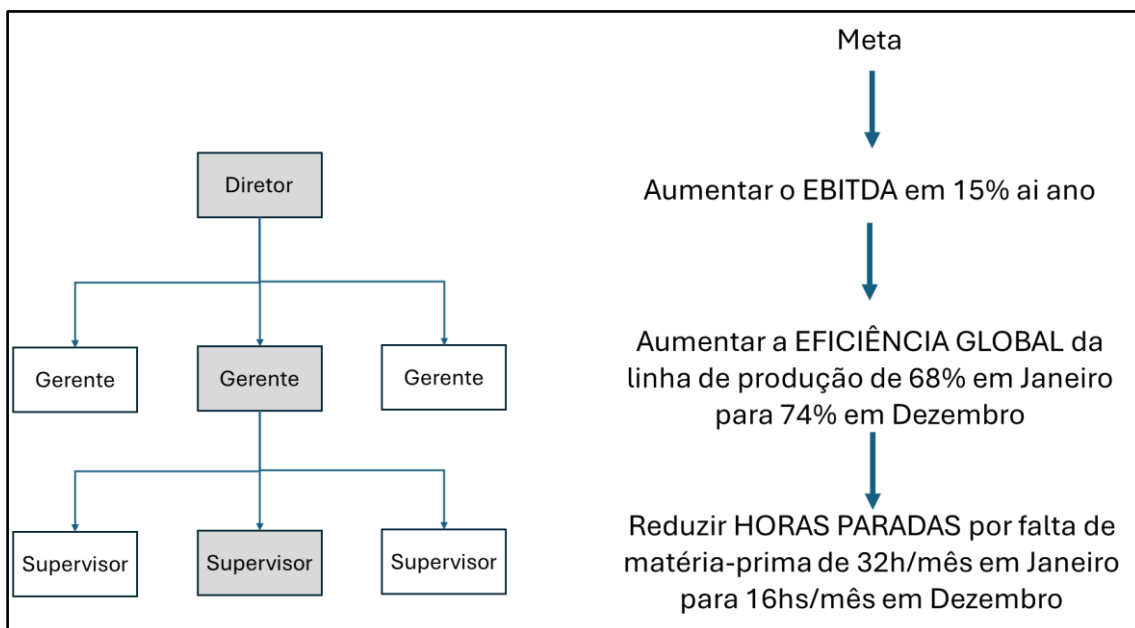
Suponha que a empresa estabeleça uma meta de aumento no lucro de 30% para o ano seguinte (Essa é a meta do diretor da empresa). Como é que os departamentos contribuem com essa meta? Vendas poderia aumentar o preço ou vender mais; Compras poderia fazer boas negociações e conseguir melhores preço de matéria prima e assim reduzir os custos da produção, frete; Produção poderia tornar seus processos mais eficientes e fazer mais produto com a mesma quantidade de matéria prima, pode ter menos desperdícios através da aplicação do *Lean Manufacturing* e reduzir seu custo de produção; Manutenção pode ser mais eficiente e ter menos quebras e com isso

reduzir o custo fixo de produção aumentando assim a lucratividade da empresa. Essas são alguns exemplos que poderiam impactar a lucratividade da empresa, em cada departamento (Essas são as metas dos gerentes dos departamentos).

Traduzir as metas da empresa de forma que cada colaborador contribua em seu universo de atividades, sua área de atuação, passa a ser o desafio de cada líder, ajudando os trabalhadores sob sua responsabilidade, a definir suas metas pessoais, alinhadas com as da empresa. Essas são as metas do supervisor, do coordenador, do engenheiro, etc.).

A liderança precisa buscar estratégias no estabelecimento de atividades que agreguem valor aos seus serviços, produtos e processos, foco na satisfação do cliente e, ainda, estabelecendo custos de operação competitivos.

Figura 1 - Modelo estrutural com desdobramento uma meta



Fonte: (Falconi, 2009, p. 42)

No exemplo da Figura 1, observe que reduzir horas paradas implica em maior produção, e, portanto, apesar de maior custo ao consumir mais matéria-prima, espera-se vender mais e portanto, podemos supor que se custo fixo de produção permanecer inalterado, os ganhos aumentam, impactando positivamente o EBITDA (*Earnings Before Income Tax Depreciation and Amortization*) da empresa.

Para a construção de uma meta pode-se usar o modelo SMART (siga em inglês que significa: *Specific* - Específica, *Measurable* - Mensurável, *Achievable* - Alcançável, *Relevant* – Relevante para o negócio, e *Time bounded* - com um tempo definido). Além disso, se responder 3 perguntas, é possível fazer uma boa declaração de meta. As perguntas são as seguintes:

Qual a **direção**? (aumentar, diminuir, reduzir, crescer, alterar, criar, eliminar)

Qual a **extensão** (tamanho da melhoria, métrica de xx para yy)

Quando isso deve acontecer? (Uma data específica)

Veja os 3 exemplos de metas a seguir para seu aprendizado

1. **Aumentar** as vendas do produto x de **50K para 62K até Dez/2025**
2. **Reduzir** o número de quase acidentes de **10 para 5 até Julho de 2025**
3. **Criar 3** novas versões do componente Z até **01 Outubro de 2030**.

6. CRIAÇÃO DO SIPOC

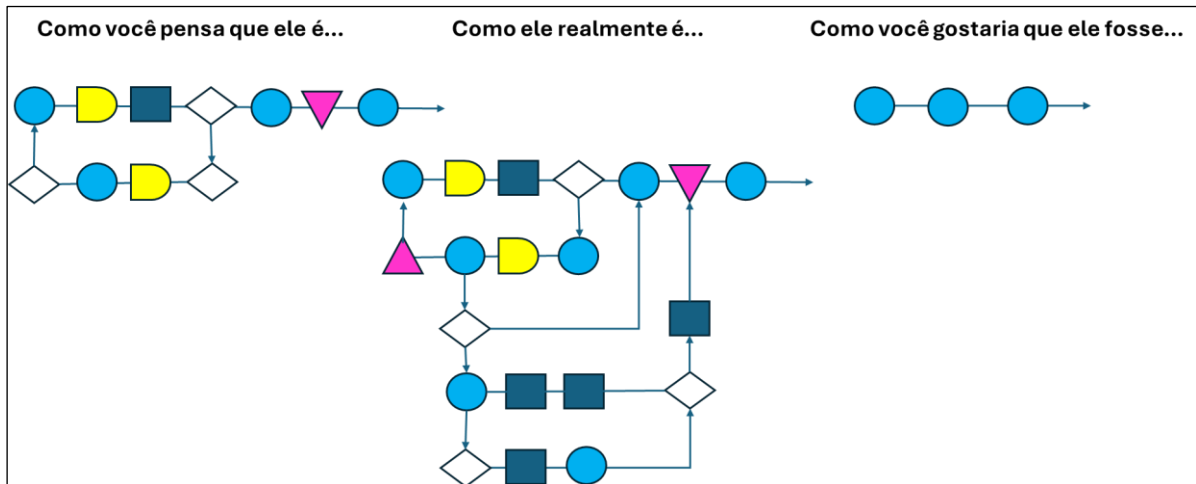
Aqui começamos o que chamamos de mapeamento de processo. O Mapeamento de processo é importante para entender o fluxo das coisas, como elas interagem umas com as outras. Como estamos falando de um processo de manufatura, é importante que todos precisam ter o mesmo entendimento de como as coisas funcionam.

Há no mínimo 3 versões de um processo segundo CDL (2024):

4. Como você pensa que ele é...
5. Como realmente ele é...
6. Como você gostaria que ele fosse...

A representação gráfica dessas 3 versões fica bem representada na Figura 2.

Figura 2 – As três versões de um processo



Fonte: adaptado de CDL, 2024

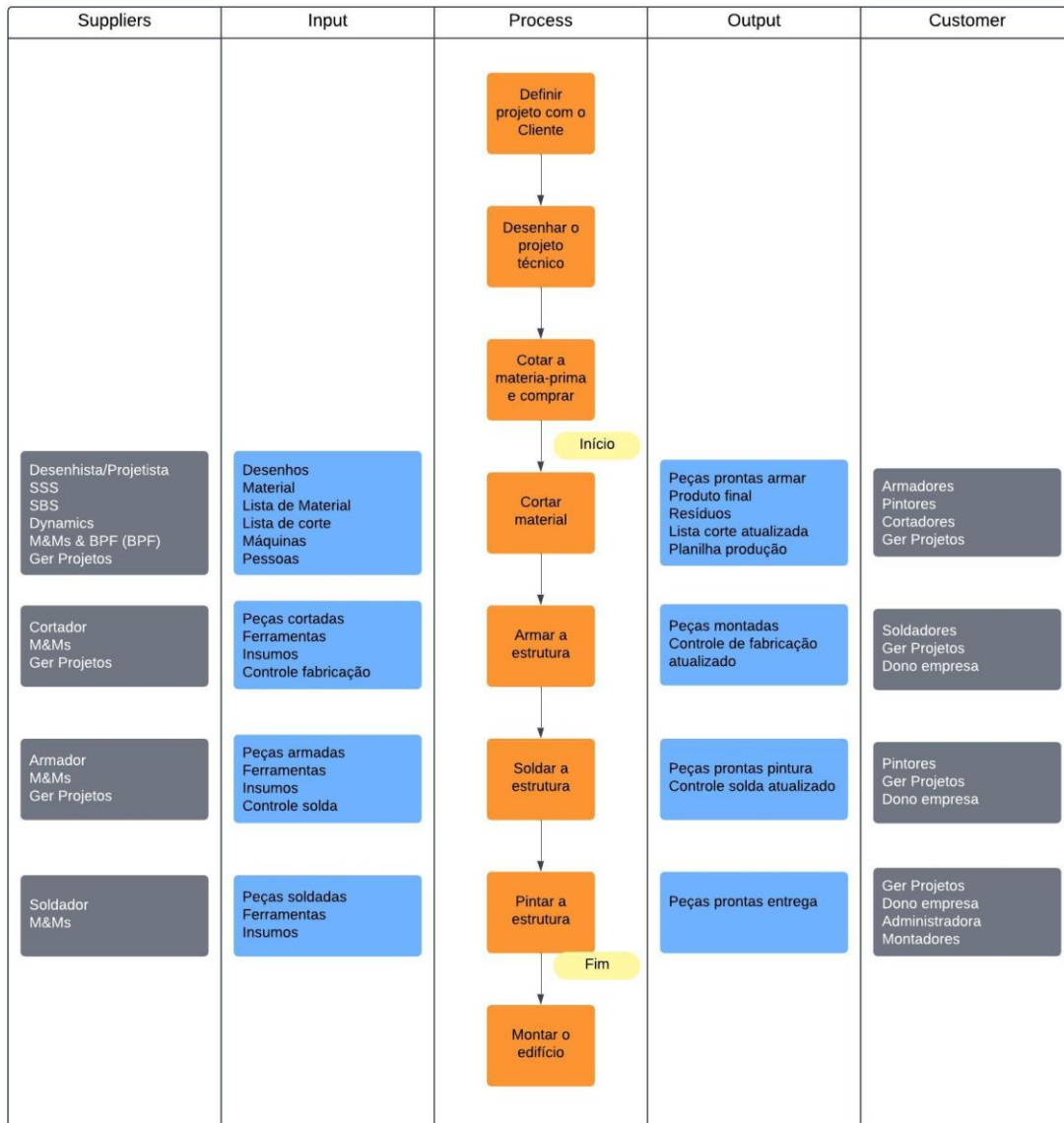
O mapeamento é uma ferramenta apropriada para que todos tenham a mesma visão do processo e suas relações.

O SIPOC é um mapeamento de alto nível, ou seja, é como se estivesse em um avião a 4Km de altura. É possível ver uma cidade aqui, um lago ali, mas tudo de uma forma superficial. Esse é o SIPOC. O objetivo não é ir no detalhe, mas entender de 4 a 7 etapas principais do processo que se tem interesse em entender para aplicar melhorias.

SIPOC é a sigla para as iniciais de 5 palavras em inglês: *Supplier*-Fornecedor, *Input*-Entradas, *Process*-Processo, *Output*-Saídas e *Customer*-Cliente. Na figura 3, vemos um exemplo de SIPOC com 4 processos principais. Do lado esquerdo estão as coisas que são necessárias para que esses processos sejam executados (Entradas) e quem fornece tais coisas (Fornecedores). Do lado direito dos processos estão os resultados da execução dos processos (Saídas) e quem recebe esses resultados (Clientes). Essas coisas mencionadas podem ser desde uma informação em um relatório, até uma peça que será usada no processo para fabricar um produto. A falta de uma dessas entradas afeta seu processo e pode impactar fortemente a saída e a satisfação de um cliente. Se existe apenas um fornecedor para uma determinada entrada, isso diz que na falta desse fornecedor, seu processo está em risco, assim um plano B deveria existir para suprir um problema com o fornecedor, ou por outro lado, talvez seja notado que o processo tem 5 fornecedores da mesma peça, e que isso pode ser uma oportunidade de redução de

fornecedores em troca de fidelidade e melhores preços. Todas essas análises e muitas outras podem ser feitas apenas mapeando o processo usando o SIPOC.

Figura 3 - SIPOC de um Processo de Produção



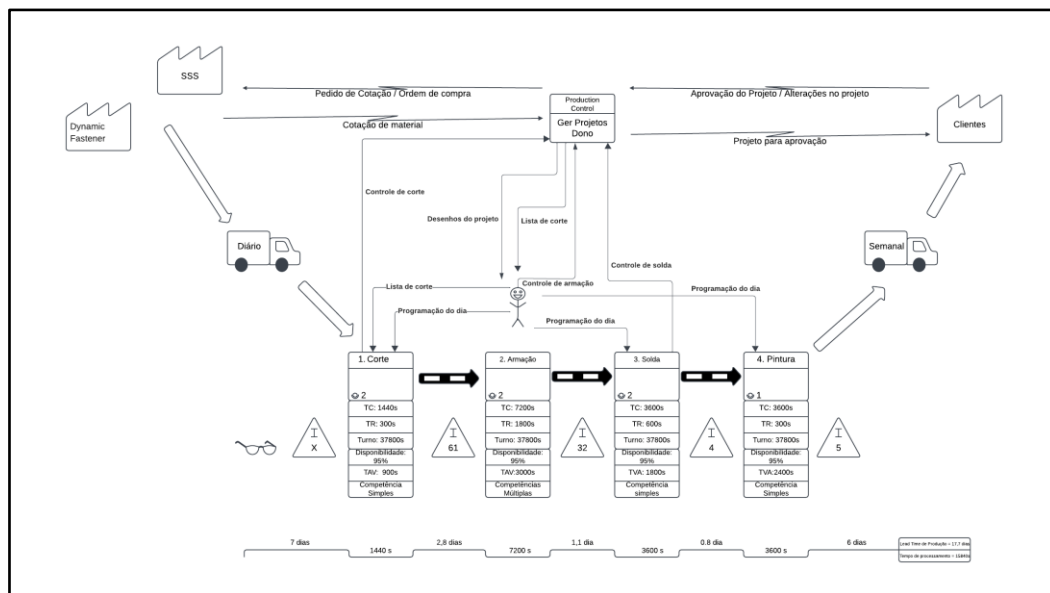
Comece pelos processos. Escolha de 4 a 7 etapas do seu processo. Não se preocupe que está faltando etapas. Há outras ferramentas que podem ser usadas para um detalhamento maior. Se houver necessidade depois, de ir mais no detalhe, use um Fluxograma com swimlanes, ou raias. Mais à frente veremos o MFV ou VSM, Mapa do Fluxo de Valor – Value Stream Map. Apesar de estar em inglês, vou usar a sigla VSM no decorrer desse manual.

Estabelecidos os processos, veja quais são as saídas desses processos. Você pode ir processo a processo, ou para cada processo, descrever as saídas e quais são os clientes para elas. O mesmo para as entradas, quais são e quem as fornece. Conforme você praticar a construção do SIPOC, melhor você ficará na proficiência da ferramenta, tornando cada vez mais fácil e mais relevante sua construção.

7. CRIAÇÃO DO VSM – ESTADO ATUAL

No prefácio do livro “Aprendendo a enxergar”, Womack e Jones afirmam que o VSM é a mais importante ferramenta que os pensadores enxutos precisam para realizar os progressos sustentáveis na guerra contra o desperdício (Rother e Shook, 2003, p. vii). Isso é bem interessante, pois queremos, num processo de implementação de uma produção *Lean*, eliminar todos os desperdícios que o processo possui. Antes de irmos fundo nos tais desperdícios, vamos entender agora com um pouco mais de detalhe o nosso processo.

Figura 4. VSM - Estado Atual



Fonte: Elaborado pelo autor

O VSM permite, para cada etapa do nosso processo, agregar os dados daquela etapa. Esses dados nos dão algumas características do processo que serão importantes para tomada de decisão. O VSM é o Mapa do fluxo do produto, do processo e da informação.

Dentro do VSM pode-se observar esses 3 fluxos. A Figura 4 tem um exemplo de um VSM para o estado atual, ou seja, como o processo está hoje.

O VSM pode ser criado usando 7 passos. São eles:

1. Definir os requerimentos dos clientes e fornecedores
2. Desenhe as etapas do processo
3. Colete dados do processo
4. Colete dados de inventário
5. Determine o fluxo do material externo
6. Determine os fluxos de material interno e das informações
7. Calcule o *lead time*

7.1. Símbolos para a criação do VSM

Para a criação do VSM, como na maioria dos mapas de processo, símbolos são usados para expressar processos, relacionamentos, dados, locais, atores, etc. A seguir estão os principais símbolos e suas identidades. Você poder ver mais detalhes dentro de cada passo e entender melhor os usos dos principais. Esse é um tema em expansão, portanto esse manual não pretende cobrir os símbolos em sua totalidade. Os símbolos principais para o início do mapeamento do fluxo de valor, você verá a seguir. São eles:



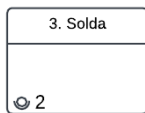
ou

Fábrica: Símbolo usado para indicar clientes de sua

família produto e fornecedores dos insumos para produção da sua família de produto. São as fronteiras do fluxo porta-a-porta, do fornecimento à entrega do produto ao cliente.

200 barras/dia
Entregas a cada 2 dias
Alumínio e aço inoxidável

Caixa de dados - Símbolo usado para a exposição de informações do cliente, fornecedor ou processo. Você pode agregar quantas caixas de dados forem necessárias, desde que as informações sejam relevantes para o mapeamento do processo.



Processos: Símbolo para representar os processos básicos da produção. Note que dentro desse símbolo, é colocado o número de trabalhadores/recursos que atuam naquela etapa do processo.



Inventário/Estoque: Símbolo usado para representar a quantidade de matéria-prima, trabalho em processo, produto semiacabado, produto acabado, material entre as etapas do processo.



Fluxo de materiais: Símbolo usado para demonstrar os fluxos de materiais. 1. Dos fornecedores para o processo; 2; De produtos, do final do processo para o cliente.



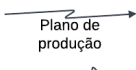
Fluxo do Processo: Símbolo usado para representar o fluxo do processo onde o sistema é empurrado, ou seja, é produzido para formar inventário.



Fluxo do Processo: Símbolo usado para representar o fluxo do processo onde o primeiro que chega é o primeiro que sai. *First In First out*.



Fluxo do Processo: Símbolo usado para representar o fluxo do processo onde o sistema é puxado, ou seja, é produzido quando o cliente solicita.



Fluxo de informação eletrônica: Símbolo usado para representar informações que trafegam no processo na forma eletrônica, através de e-mails, sistemas.



Fluxo de informação: Símbolo usado para representar informações que trafegam no processo na forma física, através de documentos, folhas de papel, relatórios.



Programação “vá ver”: Símbolo usado para representar informações que precisam ser coletadas no processo para que alguma ação seja feita. Indica que alguém deve ir até um local para coletar a informação (um estoque por exemplo que e não está inventariado, e para evitar que sejam comprados materiais existentes, o trabalhador vai até o local e confirma a quantidade em estoque para pedir apenas o necessário.



Transporte de materiais: Símbolo usado para representar o meio de transporte usado para movimentar o material do fornecedor para a fábrica, ou o produto final para o cliente. Se houver necessidade, altere seu símbolo para aquele que representa melhor como esses transportes são feitos.



Linha do tempo: Símbolo usado para representar os tempos dos processos e entre os processos. A parte elevada da linha é para os tempos dos processos e a parte rebaixada para os tempos entre as etapas do processo. A caixa final terá o *Lead Time* e o tempo de agregação de valor do processo.



Problema de Qualidade: Símbolo que representa problemas de qualidade em alguma etapa do processo.



Kaizen: Esse símbolo representa a necessidade de atuação para um processo de melhoria. Kaizen é a palavra japonesa para pequenas melhorias.

7.2. Métricas importantes para o VSM

Algumas métricas são muito comuns em mapeamento do fluxo de valor. São comuns pois são as básicas, e por isso importantes. Para captura dessas métricas, é importante medi-las. A seguir temos uma descrição de algumas delas. Se o seu processo é automatizado, você pode coletar esses tempos de início e fim diretamente do sistema, caso contrário, você precisa ir até o local de trabalho e com um cronômetro, medir o tempo. Marque uma das peças e inicie o cronômetro. Quando ela chegar no ponto que você deseja (fim de uma etapa do processo ou fim de todos os processos) você para o cronômetro e calcula a diferença entre o fim e o início.

Tempo de Ciclo / *Cycle Time* (T/C ou CT) – Frequência com que a peça ou produto é completada em um processo.

Tempo de Agregação de Valor / “*Value Added Time*” (TAV ou VAT) – Tempo de atividade que transformam o produto de forma que o cliente está disposto a pagar por ela.

Tempo de Atravessamento / *Lead Time* (L/T) – Tempo que uma peça demora para percorrer todas as etapas do processo, do fluxo de valor.

Tempo de trabalho disponível (pessoas) – Tempo em que as pessoas estão disponíveis para o trabalho. Medido em segundos. Tempo do turno – tempo de paradas (banheiro, refeição, reuniões fixas diárias, limpeza).

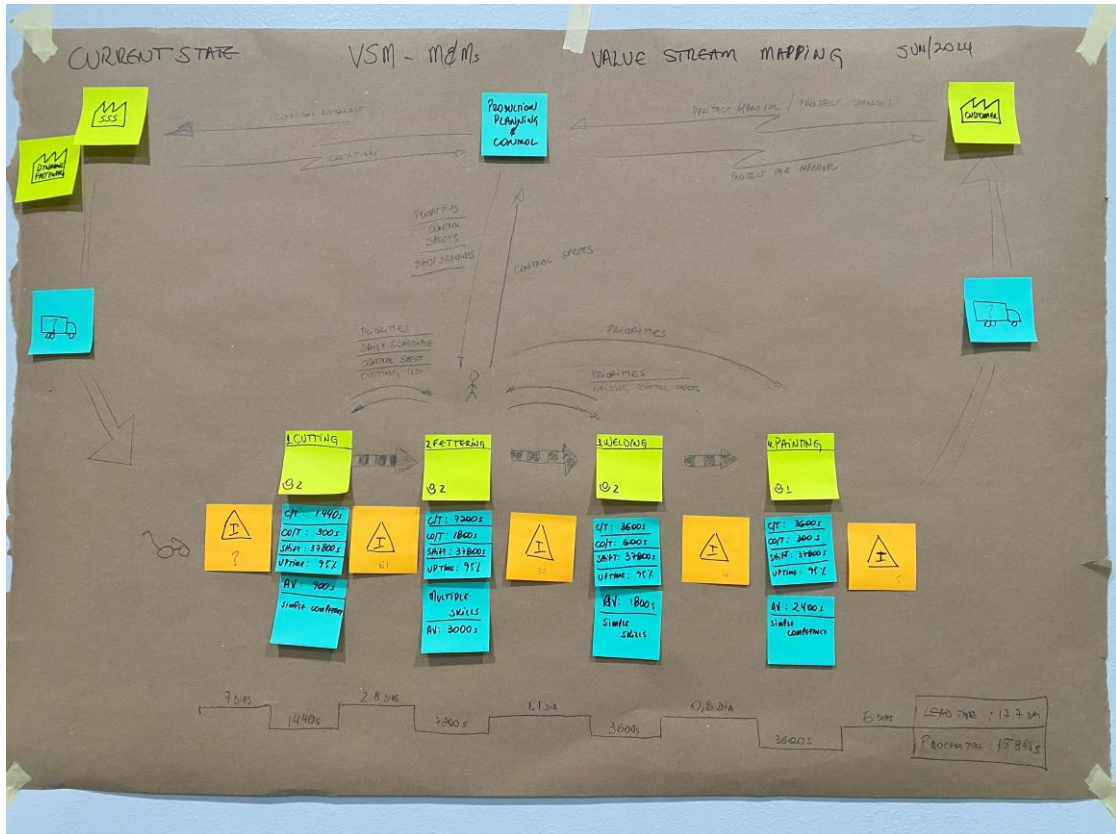
Tempo de operação efetiva da máquina – Tempo em que a máquina está disponível para operação. Normalmente, devido à quebra e/ou respectivas manutenções preventivas, a máquina está disponível um percentual do tempo apenas, pois a uma outra parte é separada para a execução de manutenções ou troca de ferramental.

7.3. Desenhando o VSM

Minha sugestão é criar o VSM usando papel, caneta e post-its. Veja um exemplo na Figura 5. Nem sempre você terá à disposição um software para criar o Mapa de Fluxo de

Valor. A seguir você tem o detalhamento de cada uma das 7 etapas do mapeamento do fluxo de valor.

Figura 5 – Exemplo de VSM feito com Post-Its, lápis, papel e caneta



Fonte: Elaborado pelo autor

7.3.1 Definir os requerimentos dos clientes e fornecedores

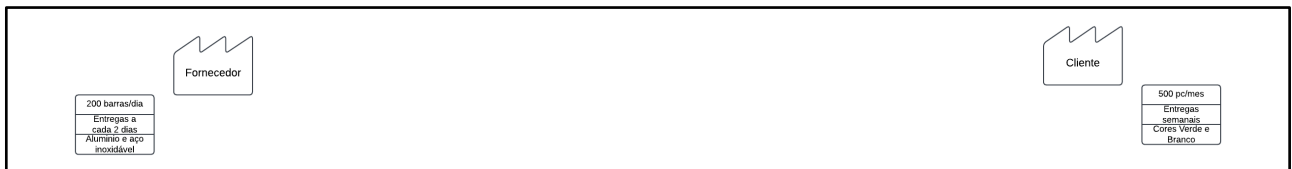
Os requerimentos dos clientes e fornecedores são aquelas informações que a empresa *Lean* deve se basear para avaliar se seus processos são capazes de atender ou não tais requerimentos. Ex.:

- Demanda
- Frequência de entrega
- Custo praticado no mercado
- Especificações do produto
- Atualizações do produto

Muitos outros requerimentos podem ser apresentados nesse momento de criação. As informações devem ser relevantes para o entendimento do processo e agregar valor

para, por exemplo, tomada de decisão sobre o que é e o que não é importante. Os símbolos para Clientes e Fornecedores devem ser colocados nos cantos superiores direito e esquerdo, como mostra a Figura 6. Veja também alguns requerimentos dos fornecedores e clientes.

Figura 6 – VSM – Definição de Clientes e Fornecedores



Fonte: Elaborado pelo autor

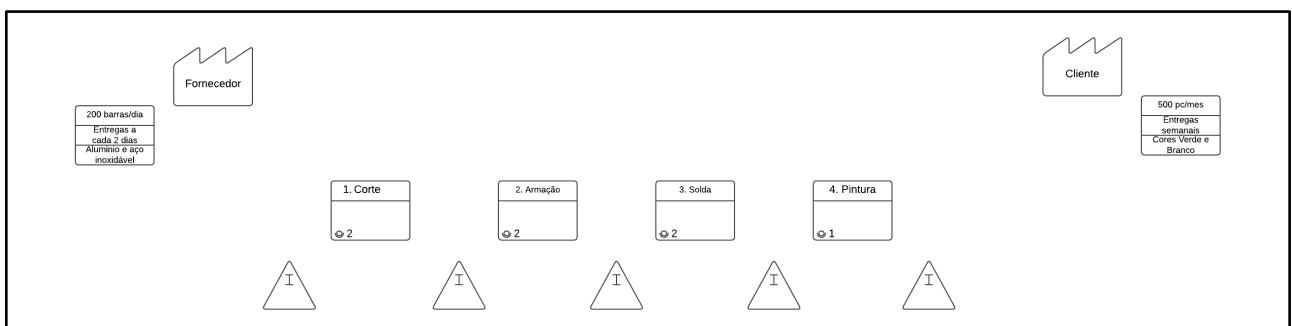
7.3.2 Desenhe as etapas do processo

As etapas do processo estão separadas por estoques. Sobre o processo, é importante estabelecer que:

- Um processo não é o mesmo que um departamento ou função.
- Um processo é uma atividade durante a qual o inventário (produtos/e-mails/documentos) pode se acumular em ambos os lados.
- Um processo é onde a atividade é realizada no produto ou serviço.
- Processos paralelos devem ser desenhados um acima do outro.
- Um processo é mostrado como um retângulo.
- O estoque/inventário é representado por um triângulo.

A Figura 7 é um exemplo das etapas de um processo, os recursos em cada etapa e os inventários entre cada etapa.

Figura 7 – VSM – Etapas de um processo e inventários



Fonte: Elaborado pelo autor

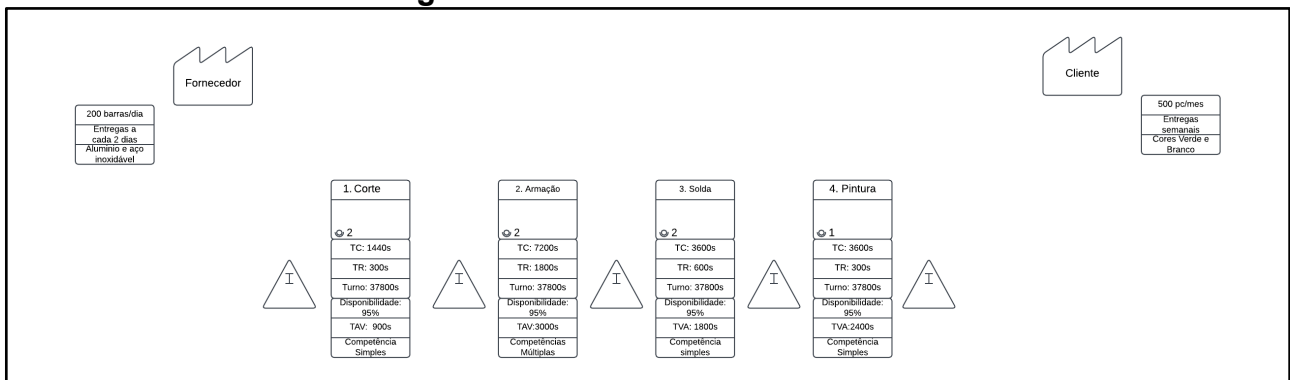
7.3.3 Colete dados do processo

“Agarre-se ao produto” e colete informações. Imagine-se seguindo com o produto e passando por todas as etapas do processo, e anotando os dados importantes como:

- Qual é o gatilho para iniciar a produção?
- Quantidade de turnos
- Duração do turno
- Tempo de fluxo normal
- Tempos de ciclo automatizados e manuais
- Número de pessoas envolvidas
- Tempo de troca
- Rendimento
- Processo compartilhado ou dedicado (com outros fluxos de valor?)
- Tamanho do lote
- Quantidades e tempo de remessa (fornecedor e produtos acabados)
- Porcentagem do valor do tempo adicionado

Essas informações são expostas no que é chamada “Caixa de dados”, colocadas abaixo das etapas do processo. A Figura 8 traz um exemplo de coleta de dados

Figura 8 – VSM – Coleta de dados



Fonte: Elaborado pelo autor

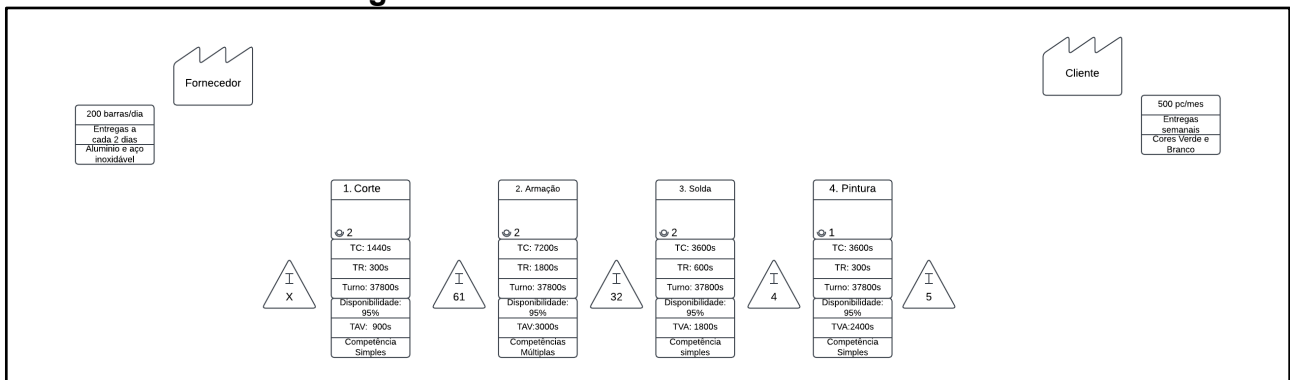
7.3.4 Colete dados de inventário

O próximo passo na construção do VSM, é a coleta de dados de inventário. Inventário é todo material existente antes e depois de um processo.

Usamos um triângulo para indicar a quantidade de estoque de matéria-prima, produto acabado ou semiacabado, e-mails ou documentos. Os produtos semiacabados que estão entre uma etapa e outra chamamos de WIP, ou seja, Work in Process. Esse inventário deve ser contado também. Como essa contagem é feita? Indo até o local e

medindo. Simples assim. É uma checagem física. Em alguns casos, essa contagem está disponível nos sistemas em uso. Minha recomendação é para que, se possível, dirija-se ao local onde a etapa do processo ocorre e conte as quantidades de “inventário” antes e depois da etapa, como se fosse uma foto do momento em que foi ao local. A Figura 9 mostra os números que representam essas quantidades de inventário no momento em que se foi até o local. Há uma palavra Japonesa, muito usada na Toyota para expressar o ir até o local onde a atividade ocorre para observá-la e compreendê-la, é o Genchi-genbutsu.

Figura 9 – VSM – Coleta dos inventários



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a coleta de dados que está sendo feita, uma tabela pode ser feita para ajudar, e de posse dessa folha, caminhe etapa por etapa e vá coletando as informações que foram definidas como aquelas que dão entendimento sobre o estado atual do processo. Depois, transfira os dados para o mapa. Como mencionado anteriormente, use os post-its.

7.3.5 Determine o fluxo do material externo

Nesse passo, vamos desenhar como o fluxo do material que chega e sai do processo (da empresa onde o processo está sendo executado), ou seja, sua chegada do fornecedor e sua saída para o cliente. Mapeamos o processo até esse momento. Agora vamos mapear o fluxo do produto.

- Desenhe entregas dos fornecedores e para os clientes.
- Adicione na caixa de dados as frequências de recebimento e envio, quantidade e tamanhos dos lotes, se fizer sentido.
- Indique os métodos de transporte.

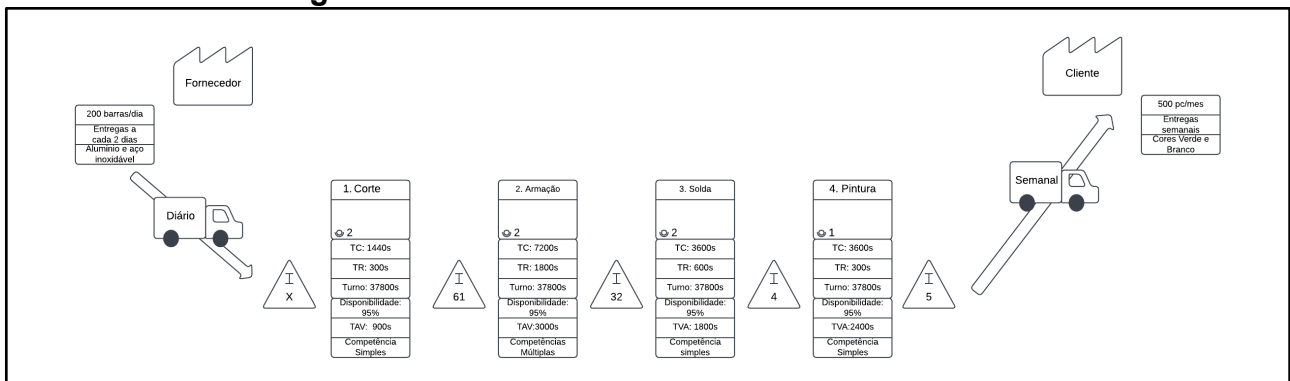
Algumas informações comuns são:

- Tamanho do pedido (mínimo, máximo, médio)

- Tamanho do pacote
- Programação de remessas para os clientes
- *Lead times* dos clientes
- Pedidos

Desenhe uma seta sólida para o transporte externo, e agregue informações relevantes. A Figura 10 mostra como fica o seu VSM com as informações de fluxo de materiais externos.

Figura 10 – VSM – Fluxo dos materiais externos



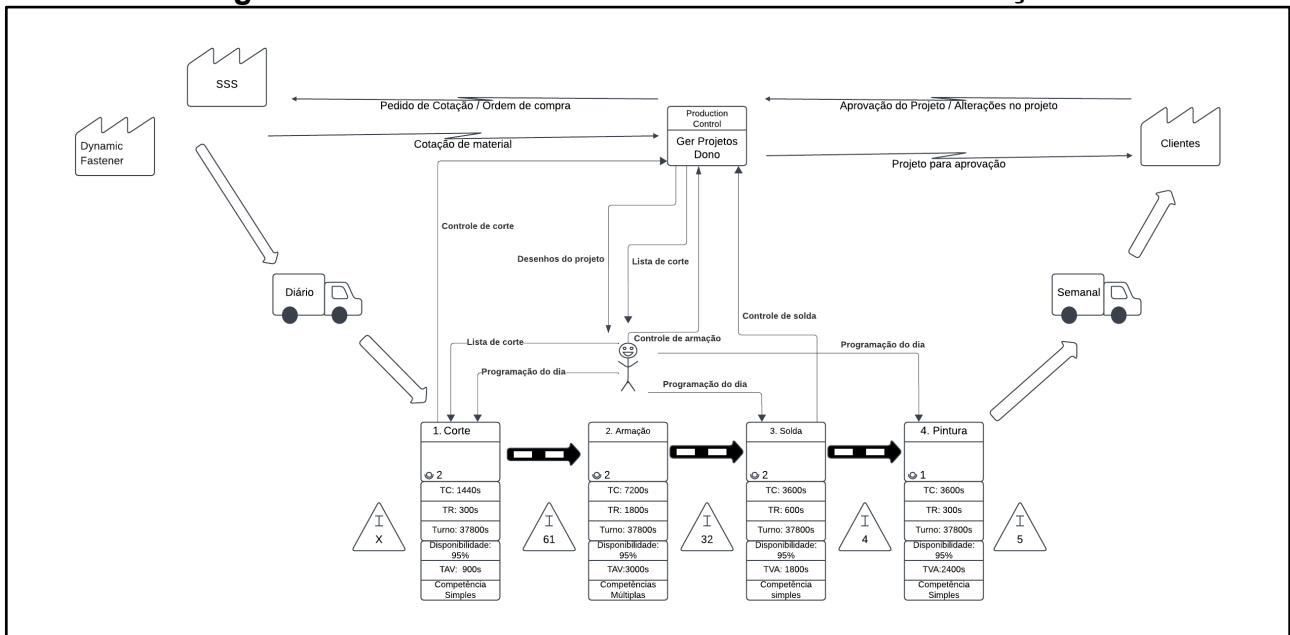
Fonte: Elaborado pelo autor

7.3.6 Determine os fluxos material interno e das informações

Como mencionado anteriormente, o VSM não é só sobre o processo, mas sobre o produto e as informações. Por isso, há necessidade de mapear também o fluxo de informação. O fluxo do produto está muito relacionado ao processo, mas o que dá início à produção, como os pedidos chegam para serem fabricados, como a área de planejamento de produção gere a demanda que chega, como é programada a entrega do produto para o cliente, tudo isso são informações que existem, e seu mapeamento é vital para entender potenciais conflitos e falhas que afetam o processo produtivo. Na Figura 11 há um exemplo de como esses fluxos podem ser feitos.

- Desenhe os sistemas (puxado ou empurrado) de forma apropriada
- Desenhe as informações eletrônicas ou manuais de forma apropriada
- Desenhe os centros de informação, como a área de planejamento, por exemplo.

Figura 11 – VSM – Fluxo materiais internos e informações



Fonte: Elaborado pelo autor

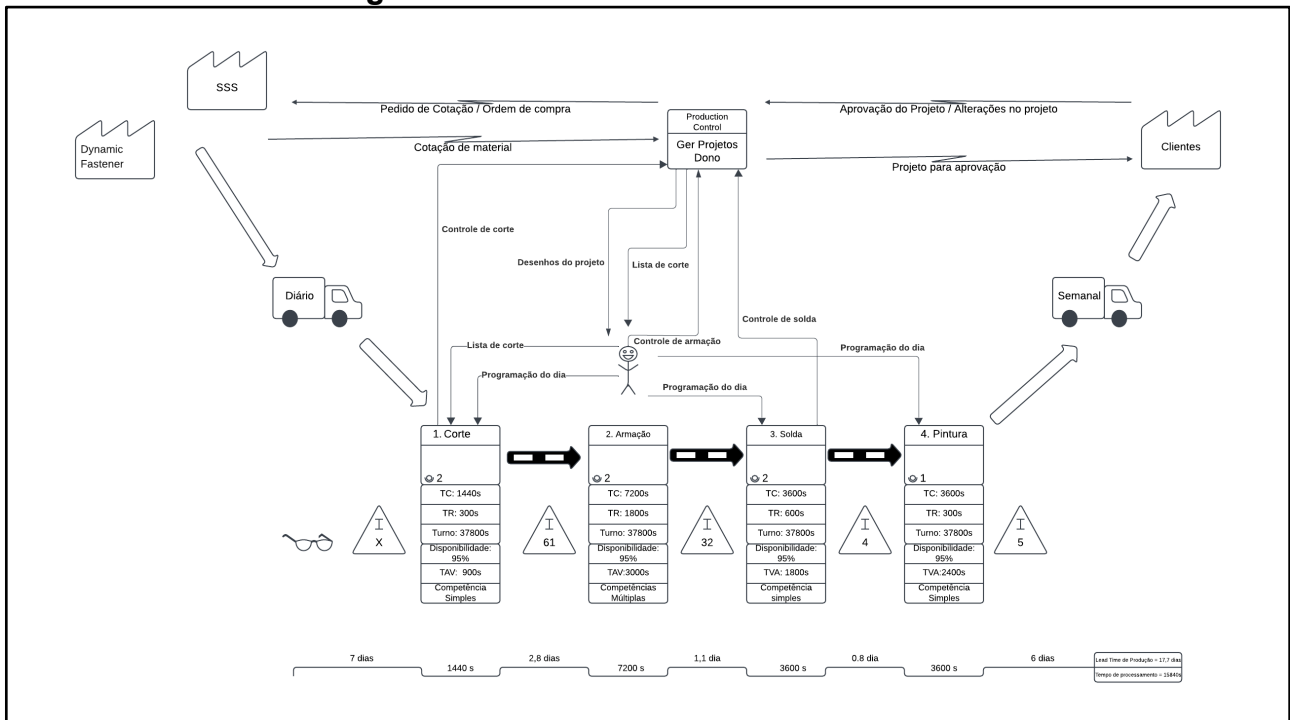
O estado atual vai tomando forma, e qualquer pessoa que conheça a ferramenta, consegue ler o mapa e interpretá-lo. Quanto tempo demora todo esse processo? Essa é a próxima e última fase do mapeamento, o cálculo do *Lead Time*.

7.3.7 Calcule o lead time

Como foi exposto no item 7.2, o *Lead time* é a tempo total de atravessamento de todas as etapas do processo, é o tempo desde que a matéria prima chega, até que o produto final saia da fábrica para o cliente. É uma das métricas importantes de um processo produtivo. Todas essas informações que se mede, são indicadores que conta uma história sobre o processo.

O *Lead Time* é a soma dos tempos desde a chegada das matérias-primas, execução de cada etapa do processo, os tempos entre essas etapas, até a saída do produto para o cliente. Essa etapa pode ser conduzida através de uma tabela e os indicadores de tempo de cada etapa. Uma linha do tempo é agregada na base dos processos para que os tempos possam ser colocados. A Figura 12 traz essa linha do tempo e pode-se observar na caixa da direita, a soma dos tempos e a soma dos tempos de atividades que agregam valor.

Figura 12 – VSM – Cálculo do Lead Time



Fonte: Elaborado pelo autor

Os tempos entre uma etapa e outra, normalmente são tempos de espera, em que nenhuma atividade de valor agregado é executada.

Com o Estado Atual mapeado, identificar as oportunidades de melhoria nos fluxos existentes é uma missão da equipe de implementação do Lean Manufacturing. Para isso, avalie o mapa de fluxo de valor sob os olhos dos 8 desperdícios, e identifique as áreas onde há oportunidade de melhoria.

8. O 5S

Uma das ferramentas básicas para o início de movimento melhorando o processo e eliminando alguns desperdícios é o 5S (referência às 5 palavras japonesas que começam com a letra S, e que expressam as 5 etapas existentes), que na Língua Portuguesa não necessariamente começam com a letra S, (em inglês foram usadas palavras que começam com S, as quais serão mostradas a seguir), foram adaptadas de acordo com o que está descrito no Quadro 2.

Quadro 3 – Os 5S em japonês, inglês e português

S	Japonês	Inglês	Português (Senso de ...)	Descrição
1º	<i>Seiri</i>	<i>Sort</i>	Utilização	Classifica os itens, mantendo apenas o que for necessário e descartar o que não for
2º	<i>Seiton</i>	<i>Set</i>	Organização	Um lugar para tudo e tudo no lugar
3º	<i>Seiso</i>	<i>Shine</i>	Limpeza	Atua como uma inspeção que deixa visível as condições anormais, predisposições que podem prejudicar a qualidade e provocar problemas no equipamento.
4º	<i>Seiketsu</i>	<i>Standard</i>	Padronização e Saúde	Implementar sistemas e procedimentos para garantir e monitorar os três primeiros S.
5º	<i>Shitsuke</i>	<i>Sustain</i>	Disciplina e Autodisciplina	Manter estável o local de trabalho é um processo constante da melhoria contínua e precisa do engajamento da liderança.

Fonte: Autoria própria

Santos et al em seu livro de 2009, p. 145, nos lembra que a disciplina dentro de uma empresa é importante para evitar que o ambiente de trabalho fique desgastado rapidamente, ou seja, a desorganização e conseqüentemente os desperdícios voltem a rotina das operações.

Um 5S bem aplicado gera um local de trabalho limpo e organizado, o que é a base de um processo de melhoria (Dennis, 2008, p.48).

Normalmente deve ser escolhida uma área que servirá de referência ou exemplo para toda a empresa. Envolve a liderança e principalmente a equipe que é responsável pela área escolhida. Planeje o 5S. Não chegue simplesmente querendo aplicar os S da metodologia, não! Discuta, planeje, ouças dos donos das áreas os desafios que a área oferece, verifique se haverá necessidade de comprar materiais para a aplicação da metodologia, faça uma lista de tudo que será necessário e os recursos que precisarão ser envolvidos além dos donos da área.

8.1 - 1ºS – Seiri – Senso de Utilização

Tudo que se crê que não vai ser mais utilizado, deve ser separado e enviado para a área vermelha. A área vermelha pode ser, desde uma mesa a uma sala reservada exclusivamente para armazenamento de itens que as pessoas não usam mais. O objetivo da área vermelha é dar tempo para que uma decisão final seja tomada sobre o destino dos itens separados. Parece que está claro que os donos do local que está sendo alvo do 5S já expressaram sua decisão sobre os objetos na área vermelha. E se outra área estiver precisando exatamente daqui que foi descartado pelo pessoal? Dessa forma, objetos que não são mais úteis para uma equipe, pode ser para outra. As melhores práticas estabelecem um prazo para que o item permaneça na área vermelha, tipo 1 mês. Depois disso o item deve ser descartado, doado, vendido. Veja a Figura 13.

Figura 13 – 1º S - Classificação



Before implementing 5S

Fonte: <https://www.creativesafetysupply.com/content/education-research/5S/index.html> - Acessado em 11/01/2025

Os itens remanescentes passarão pelo 2º S.

8.2 - 2ºS – Seiton – Senso de Organização

Organizar significa que os itens devem ser colocados em ordem, ou seja, parafuso com parafuso, bomba com bomba, roda com roda, etc. Camisas de um lado, calças de outro e assim por diante. Barras estão ali, os perfis L estão aqui e os tubos quadrados acolá. Não precisamos nos preocupar de imediato com os tamanhos, apesar de que iremos mais fundo na organização a ponto de agrupar os iguais. Se a oportunidade existir, por que não já colocar tudo em ordem, organizado? “Just do it”. Olha o exemplo da Figura 14 para ter uma ideia de como fazê-lo.

Figura 14 – 2º S - Organização



Fonte: <https://mx.pinterest.com/pin/883198176907897491/> - Acessado em 01/01/2025

8.3 - 3ºS – Seiso – Senso de Limpeza

Além de organizados é esperado que os itens estejam limpos, lugares pintados, varridos, lavados. Às vezes a empresa não tem orçamento para pintar um espaço e deixá-lo bonito. Isso é totalmente compreensível, mas é necessário que se veja uma mudança entre o antes e o depois da aplicação do 3ºS. Há uma recomendação que as empresas que implementam a metodologia, na época de Budget, separem um valor para que os recursos estejam disponíveis para aplicar a metodologia. Em empresas maiores esse *budget* pertence ao departamento, o que requer disciplina dos gestores para sua implementação e manutenção. Seja o guardião das melhorias feitas até agora (Figura 15) e mantenha sua área limpa.

Figura 15 – 3º S - Limpeza

Fonte: <https://nydiamedina.wordpress.com/> Acessado em 01/01/2025

8.4 - 4ºS – Seiketsu – Senso de Padronização

Se não for comunicado de alguma forma a nova forma como a área deve ser notada, dentro de alguns dias, pode ser que tudo estará como antes. Aquele mais desavisado, que estava de férias durante a implementação dos 3 primeiros S volta ao trabalho e começa a trazer a condição anterior novamente. A standardização passa não só pela comunicação visual de novos padrões, bem como do treinamento de seus colaboradores de como a o objeto da implementação 5S deve se parecer a partir de agora.

É muito comum ver na entrada das áreas onde a metodologia foi implementada uma foto do local com o novo “look”. Sala de reuniões tem a foto de como devem ficar as mesas e cadeiras, Oficinas mecânicas agora tem um quadro de sombras que mostra o local de cada ferramenta. Se a ferramenta não está lá, logo se nota. Etiquetas, sinais, caixas coloridas, marcações no piso, tudo isso pode ser usado para padronizar a novo “look” onde está sendo aplicado a padronização. Olhe o exemplo na Figura 16.

Figura 16 – 4º S - Padronização



Fonte: <https://www.5stoday.com/what-is-5s/> Acessado em 01/01/2025

Se liderança não mantiver os olhos nas conquistas já alcançadas e mostrar-se presente e participar, as chances de haver um retrocesso são altas. Para garantir essa participação, temos o 5º S, o Senso de Sustentabilidade do processo.

8.5 - 5ºS – Senso de Sustentabilidade do processo/ Manter

Se não for comunicado de alguma forma a nova forma como a área deve ser notada, dentro de alguns dias, pode ser que tudo estará como antes. Aquele mais desavisado, que estava de férias durante a implementação dos 3 primeiros S volta ao trabalho e começa a trazer a condição anterior novamente. A standardização passa não só pela comunicação visual de novos padrões, bem como do treinamento de seus colaboradores de como a o objeto da implementação 5S deve se parecer a partir de agora.

É muito comum ver na entrada das áreas onde a metodologia foi implementada uma foto do local com o novo “look”. Sala de reuniões tem a foto de como devem ficar as mesas e cadeiras, mesas com ferramentas agora tem seu quadro de sombra que mostra o local de cada ferramenta, e se a ferramenta não está lá, logo se nota.

Figura 17 – 5º S - Manter



Fonte: https://alexanderpollard.typepad.com/the_pimento_files/2013/08/how-tom-labaff-translated-japanese-5s-methodology-into-funny-cartoons.html Acessado em 01/01/2025

Se liderança não mantiver os olhos nas conquistas já alcançadas e mostrar-se presente e participar, as chances de haver um retrocesso são altas. Para garantir essa participação, temos o 5º S, o Senso de Sustentabilidade do processo.

Crie um processo de “auditoria” para a liderança realizar frequentemente. Crie um formulário de verificação contendo detalhes para cada S a ser verificado. Crie um KPI’s nos quadros de gestão visual para a aplicação de 5S e da auditoria feita. Premie as áreas por suas iniciativas e manutenção da metodologia.

9. CRIAÇÃO DOS KPIS

Já vimos a definição de metas e objetivos e seus desdobramentos até o nível do chão de fábrica. Vimos que há várias métricas que são coletadas no processo de mapeamento do fluxo de valor, pois trazem informações relevantes para o atingimento ou não das expectativas dos clientes. Os KPI’s são os indicadores que a empresa, a área considerou chave, essencial para o monitorar a performance da empresa, dos trabalhadores.

Kubiak e Benbow (2012, p. 56) explicam que os indicadores chave de desempenho são métricas, ambas financeiras, e não financeiras que refletem os direcionadores chaves do negócio, conhecidas também por fatores de sucesso. Para sua criação é preciso ter em mente que eles devam ser:

- Quantificáveis e mensuráveis

- Baseados em metas
- Baseados na estratégia
- Alcançáveis em um tempo definido

Para a criação de indicadores de desempenho é preciso que a organização já tenha definido de forma adequada todas as ações estratégicas. No segundo momento, é preciso definir os objetivos de cada unidade do nível tático, diante das estratégias, e com base nestes objetivos, identificar os processos cujo desempenho é preciso melhorar. No próximo passo, no nível operacional, é preciso identificar, delimitar, mapear e analisar os processos, atribuindo a cada um o grau de importância do desempenho do mesmo (Rodrigues, 2012, p. 70).

Os KPI's não são as metas individuais dos trabalhadores. KPI's não são as metas da empresa, mas podem ser usados para dizer se as metas da empresa estão sendo atingidas ou não.

Se o objetivo ou meta da empresa é a redução de disposição de resíduos, então um indicador de quantidade de resíduo descartado pode ser um KPI usado para monitorar essa meta e dizer se está sendo alcançada ou não, se a empresa está longe de atingir a meta ou não. Um KPI para quantidade de resíduo sólido pode ser outra forma de medir o quanto a empresa está próxima do atingimento da meta de redução de resíduos.

Como você ou a sua equipe pode ajudar a melhorar as métricas importantes mencionadas na construção do VSM? Veja com a liderança da empresa se essas métricas são um bom começo. Se as metas já foram definidas no nível estratégico, use os exemplos dados anteriormente para traduzi-las para o nível operacional.

Para as operações, minha sugestão é:

- Produção (volume geral, por etapa do processo)
- Custo da produção (variável e fixo)
- *Lead time*
- *Cycle time*
- #Defeitos
- #Retrabalhos
- Atrasos
- Tempo de utilização de equipamentos

- Custo de manutenção
- Consumo de insumos (matéria-prima, utilidades)
- Inventário (volume físico, custo do material, custo do gerenciamento, custo do transporte, etc.)
- Aplicação 5S
- Etc

Se há algo que está incomodando, gere uma métrica para medir essa dor. Conforme se executa ações que buscam eliminar a dor, a métrica deveria melhorar. Pequenos ciclos de avaliação da ação e planejamento de novas ações para que a melhora contínua seja um ciclo. Se a meta foi atingida, busque outra dor, outro ponto que está incomodando.

Acompanhe os KPI's em fóruns que tenham a autonomia de agir caso haja desvios. Estabeleça para cada KPI o limite mínimo aceitável, uma meta. Quadros de gestão visual é um dos meios para fazer o acompanhamento do KPI's da sua empresa. Como dito anteriormente, reconheça o trabalho dos seus colaboradores para atingir os resultados. Celebre as vitórias e aprenda com os erros.

10. CRIAÇÃO DO VSM – ESTADO FUTURO

Durante o aprendizado das etapas do seu processo e do conhecimento sobre os 8 desperdícios do Lean, através da ação de ir até o local onde o processo acontece, você pode identificar quais atividades não estão agregando valor (você deve eliminá-las o mais rápido possível) ou que não estão agregando valor mas são obrigatórias (você deve diminuir ao máximo essas atividades), você deve propor um novo estado para o seu processo (Estado Futuro) onde um plano de ações deve ser elaborado com muitas ideias da equipe de implementação do Lean Manufacturing na sua empresa. Realize sessões com a equipe para levantar ideias de como melhorar seu processo. Coloque essas ideias em uma tabela. Você pode, usando post-its ir mexendo no seu VSM e indicando o local onde cada ideia deva ser aplicada, eliminando os desperdícios. A Figura 18 mostra como pode ficar o VSM com essas modificações.

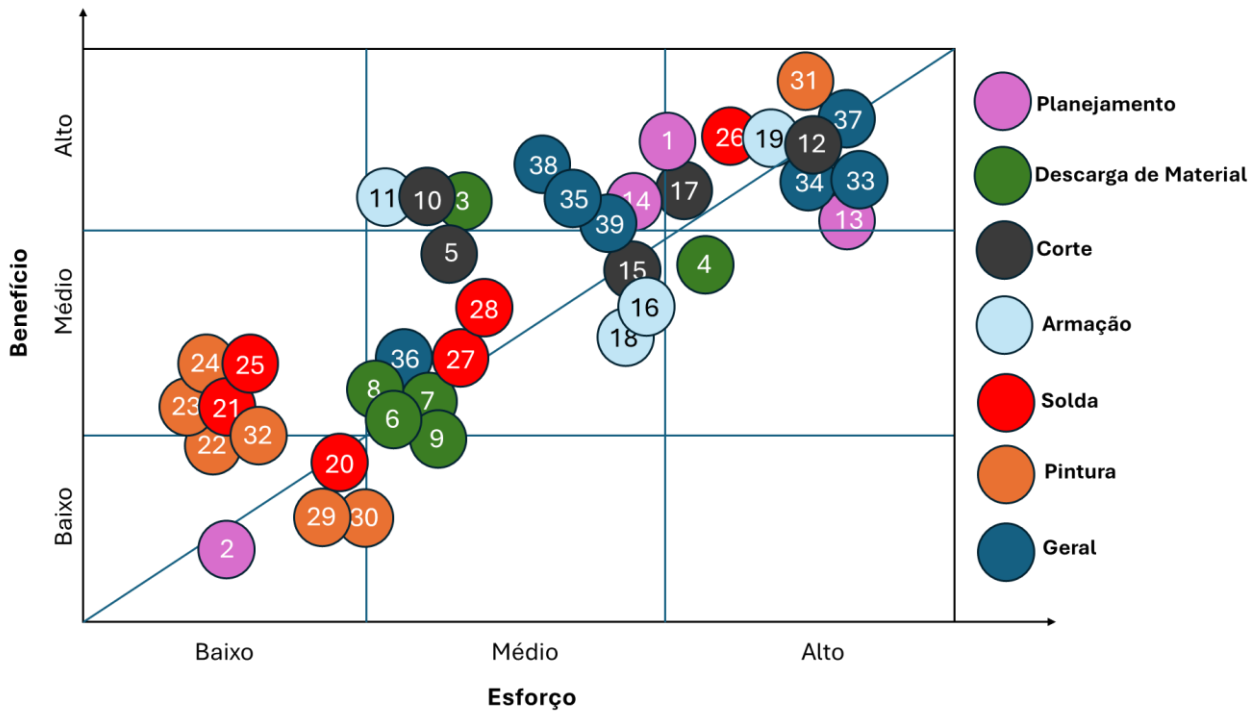
Figura 18 – VSM - Estado futuro



Fonte: M&Ms

Uma vez que os desperdícios foram identificados e propostas para eliminar os desperdícios foram levantadas, pode-se usar uma matriz de esforço x benefício para priorizar as ações para eliminação dos desperdícios do *Lean* encontrados. A matriz esforço x benefício é algo simples de fazer, porém os critérios de priorização precisam ser estabelecidos. A figura 19 mostra um exemplo de uma matriz esforço x benefício.

Figura 19 - Matriz Esforço x Benefício - Desperdícios Lean



Fonte: Elaborado pelo autor

Para saber se o esforço para executar certa atividade ou projeto é baixo, médio ou alto, critérios precisam ser estabelecidos para auxiliar na tomada de decisão. Quais indicadores podem ser usados como critério para a tomada de decisão? A seguir há 3 exemplos de indicadores que poderiam ser usados para estabelecer os critérios para o esforço ou energia necessária para executar a atividade ou projeto para eliminação de algum desperdício ou melhorar um processo.

1. Quantidade de recursos (humanos)
2. Investimento ou custo (US\$)
3. Tempo para realização da ação

Com esses indicadores estabelecidos, os critérios podem ser definidos para a tomada de decisão. O quadro 4 apresenta o uso dos indicadores para o estabelecimento de critérios para que uma ação possa ser considerada que tenha um esforço baixo, médio ou alto.

Quadro 4 – Critérios para definição de níveis de esforço

Baixo:	Médio	Alto
Recursos necessários de até 1 pessoa, e/ou; Investimento até US\$200,00, e/ou; Tempo de implementação abaixo de 1 mês.	Recursos necessários entre 2 ou 3 pessoas, e/ou; Investimento entre US\$201,00) e US\$2.000,00), e/ou; Tempo de implementação entre 2 e 3 meses.	Recursos necessários acima de 5 pessoas, e/ou; Investimento acima de US\$2.000,00, e/ou; Tempo de implementação acima de 4 meses.
Esforço		

Fonte: Elaborado pelo autor

Pensando nos benefícios / efeitos da realização das atividades ou projetos, os seguintes indicadores poderiam ser usados:

1. Impacto na moral e motivação dos empregados
2. % de eliminação de desperdícios do *lean*
3. Retorno financeiro para a empresa
4. Eliminação de risco à segurança

O quadro 5 mostra o uso desses indicadores para a definição de critérios para a determinação se o benefício é baixo, médio ou alto.

Quadro 5 – Critérios para definição de níveis de benefícios

Benefício	Alto: Impacto positivo significativo no moral e motivação dos trabalhadores, e/ou; Eliminação de desperdícios entre 80% e 100%, e/ou; Retorno financeiro para a empresa acima de R\$30K, e/ou; Eliminação de riscos de segurança.
	Médio: Impacto positivo no moral e motivação dos trabalhadores, e/ou; Eliminação de desperdícios entre 25% e 75%, e/ou; Retorno financeiro para a empresa entre R\$10K a R\$30K, e/ou; Eliminação de riscos de segurança.
	Baixo: Impacto positivo no moral dos trabalhadores, e/ou; Eliminação de desperdícios entre 1% e 25%, e/ou; Retorno financeiro para a empresa entre R\$0K e R\$10K, e/ou; sem impacto em segurança.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para uma melhor divisão dos intervalos, relacionou-se as 3 classificações, alto, médio e baixo a um intervalo de valores, conforme mostrado a seguir:

- Baixo: 1 a 3
- Médio: 4 a 7
- Alto: 8 a 10

A tabela 1 traz a conversão da priorização feita na matriz Esforço x Benefício mostrado na figura 19, para o intervalo de 1 a 10 usando os critérios de conversão e aproximação conforme a figura 19.

Tabela 1 – Classificação das oportunidades expressa em números.

# Oportunidade	Esforço	Benefício	Esforço Num	Benefício Num
1	Alto	Alto	8	9
2	Baixo	Baixo	2	2
3	Médio	Alto	5	8
4	Alto	Médio	8	7
5	Médio	Médio	5	7
6	Médio	Médio	4	4
7	Médio	Médio	4	4
8	Médio	Médio	4	4
9	Médio	Médio	4	4
10	Médio	Alto	5	8
11	Médio	Alto	5	8
12	Alto	Alto	9	9
13	Alto	Alto	9	8
14	Médio	Alto	7	8
15	Médio	Médio	7	7
16	Médio	Médio	6	7
17	Alto	Alto	8	8
18	Médio	Médio	7	6
19	Alto	Alto	9	9
20	Baixo	Baixo	3	3
21	Baixo	Médio	2	4
22	Baixo	Médio	2	4
23	Baixo	Médio	2	4
24	Baixo	Médio	2	4
25	Baixo	Médio	2	4
26	Alto	Alto	9	9
27	Médio	Médio	5	5

28	Médio	Médio	6	7
29	Baixo	Baixo	3	2
30	Baixo	Baixo	3	2
31	Alto	Alto	9	10
32	Baixo	Médio	2	4
33	Alto	Alto	9	8
34	Médio	Alto	9	8
35	Médio	Alto	7	8
36	Médio	Médio	5	4
37	Alto	Alto	9	9
38	Médio	Alto	6	8
39	Médio	Alto	7	8

Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez que as melhorias são implementadas, espera-se que os indicadores-chave de desempenho apresentem resultados que reflitam tais melhorias. Se os indicadores não apresentarem melhorias (sim, você precisa continuar de olho e medindo os indicadores do seu processo), provavelmente a equipe não atacou a causa raiz dos desperdícios. Isso não quer dizer a melhoria não funcionou. Apenas que deve haver outro(s) desperdício(s) que você não notou no seu processo. Não desanime. Siga nessa jornada, seja persistente até encontrar a causa-raiz dos problemas. Você não está sozinho(a).

Parabéns! Você chegou até aqui. A jornada está apenas começando! Siga em frente e colherá os frutos do seu trabalho árduo.

Alexandre Bizetti

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CDL, Connecticut Department of Labor, Lean Government Service: Versions of a Process. Acesso em 11/11/2024. <https://www.ctdol.state.ct.us/lean/process.htm>

CUSUMANO, M. A.; HOLWEG, M.; HOWELL, J. et al.; **Commentaries on “The Lenses of Lean”**. J Oper Manag. 2021; 67:627–639

DENNIS, P.; **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**; 2 ed., Porto Alegre, Bookman, 2008

FALCONI, V.; **O verdadeiro poder**, Nova Lima, INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009

KUBIAK, T. M.; BENBOW, D. W.; **The Certified Six Sigma Black Belt Handbook**, 3 ed, Person, Tamil Nadu, 2018

LIKER, J. K.; **O Modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre, Bookman, 2005.

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

ROTHER, M.; SHOOK, J.; **Aprendendo a enxergar**, São Paulo, Lean Institute Brasil, 2003

SANTOS, J.; WYSK, R. A.; TORRES, J. M.; **Otimizando a produção com a Metodologia LEAN**, São Paulo, Leopardo Editora LTDA, 2009

WOMACK, J. P., JONES, D. T., ROSS, D.; **A máquina que mudou o mundo**, Rio de Janeiro, Campus, 1992

WOMACK, J. P., JONES, D. T.; **Lean Thinking**, New York, Free Press, 2003