

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

RAFAEL MEDEIROS ALVARENGA

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MRP (MATERIAL REQUIREMENT
PLANNING) DE EMBALAGENS: UMA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SIX
SIGMA EM UMA INDÚSTRIA DE AGRONEGÓCIOS.

Guaratinguetá
2013

RAFAEL MEDEIROS ALVARENGA

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MRP (MATERIAL REQUIREMENT
PLANNING) DE EMBALAGENS: UMA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN SIX
SIGMA EM UMA INDÚSTRIA DE AGRONEGÓCIOS.

Trabalho de Graduação
apresentado ao Conselho de
Curso de Graduação em
Engenharia de Produção
Mecânica da Faculdade
Engenharia do campus de
Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, como parte
dos requisitos para obtenção do
diploma de Graduação em
Engenharia de Produção
Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

Guaratinguetá
2013

A473o Alvarenga, Rafael Medeiros
Otimização do processo de MRP (Material Requirement Planning) de embalagens: uma aplicação da metodologia Lean Six Sigma em uma indústria de agronegócios / Rafael Medeiros Alvarenga – Guaratinguetá : [s.n], 2013.

61 f : il.

Bibliografia: f. 58-61

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Messias Borges Silva

1. Controle de produção
2. Planejamento da produção
3. Produtividade industrial I. Título

CDU 658.5

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MRP (MATERIAL REQUIREMENT
PLANNING) DE EMBALAGENS: UMA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN
SIX SIGMA EM UMA INDÚSTRIA DE AGRONEGÓCIOS.

RAFAEL MEDEIROS ALVARENGA

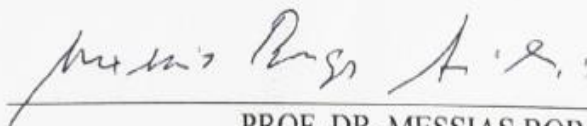
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO PARA A OBTENÇÃO DO
DIPLOMA DE
GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA



Prof. Dr. Francisco A. de Oliveira
Coordenador

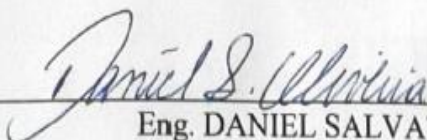
BANCA EXAMINADORA:



PROF. DR. MESSIAS BORGES SILVA
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA
UNESP-FEG



Eng. DANIEL SALVATTE DE OLIVEIRA
Johnson & Johnson

DADOS CURRICULARES

RAFAEL MEDEIROS ALVARENGA

NASCIMENTO	21.08.1989 – LAVRAS / MG
FILIAÇÃO	Luciano de Castro Alvarenga Heloisa Andrade Medeiros Alvarenga
2008/2013	Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, nível de Bacharelado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família; em especial ao meu avô Jeová (in memoriam), minha avó Zélia, meu pai Luciano, minha mãe Heloisa e meu irmão Lucas, por serem minha base e me motivarem sempre a alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida, por ter me dado inteligência, uma família maravilhosa e amigos, que juntos me ajudaram a superar todo e qualquer desafio.

ao meu orientador *Prof. Dr. Messias Borges Silva* pela orientação que possibilitou o desenvolvimento e finalização deste trabalho.

aos meus amigos da faculdade, principalmente à família *PRO08*, pelos momentos felizes e também de dificuldades que passamos juntos, e por sempre unidos conseguirmos passar por qualquer situação.

aos meus irmãos da *República Arapuca*, pelos cinco anos de convivência e de aprendizado mútuo e por mostrarem que é possível ter uma segunda família longe de casa.

à Monsanto do Brasil e principalmente seu departamento de PCP em São José dos Campos, por se mostrarem sempre pacientes e flexíveis, e por terem sido essenciais ao desenvolvimento deste trabalho.

e a todos aqueles que não foram citados nesse texto, mas que com certeza contribuíram de alguma forma para meu desenvolvimento profissional e pessoal.

“Acredite que você pode, assim você já está no meio do caminho.”

Theodore Roosevelt.

ALVARENGA, R.M. **Otimização do processo de MRP (Material Requirement Planning) de embalagens: uma aplicação da metodologia Lean Six Sigma em uma indústria de agronegócios.** 2013. 61 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

RESUMO

É crescente a busca pela melhoria contínua dentro das empresas o que cria a obrigação da redução, e se possível eliminação de desperdícios. O departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP), ambiente predominantemente administrativo, não se exclui a essa questão, fazendo-se importante a aplicação de métodos e a criação de ferramentas que eliminem etapas que não agregam valor no planejamento. Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta que concatena em um só lugar todas as informações necessárias para realizar o MRP de embalagens de uma empresa de agronegócios. Além disso, visa também, de uma forma mais visual e utilizando dispositivos à prova de erros (Poka-Yoke), reduzir o número de revisões e de falhas cometidos pelos analistas. Como resultado, desenvolveu-se uma planilha em Excel capaz de mostrar num panorama de uma semana o “status” do planejamento do recebimento de embalagens, fornecendo orientações quando situações mais críticas são apresentadas. A utilização de ferramentas da Metodologia Lean Six Sigma e do método de pesquisa-ação ajudou a definir o problema e a reduzir o número de etapas, de planilhas e de tempo utilizados no processo em 80%, 60% e 75%, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento e controle da produção. Lean Six Sigma. Ferramenta de Planejamento. Ferramentas do Lean Six Sigma.

ALVARENGA, R.M. **Packaging MRP (Material Requirement Planning) process optimization: a Lean Six Sigma Method application in an agribusiness company.** 2013. 61 f. Final Monograph (Graduation in Industrial Engineering with Mechanical emphasis) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

ABSTRACT

There is a growing search for continuous improvement within the companies which creates an obligation of reducing and when it is possible eliminating waste. Production Planning and Control Department (PCP) is not out of this question, making necessary the application of methods and creation of tools that eliminate steps which do not add value to the planning process. This paper aims to develop a tool which concentrates in just one place all the necessary information to make the packaging material requirement planning (MRP) in a agribusiness company. Besides, it also aims, in a more visual way and using devices that prevent mistakes (Poka-Yoke), to reduce the number of reviews and mistakes made by analysts. As a result, an Excel spreadsheet was developed. This spreadsheet shows what happens with the status of planning and receiving of packaging, giving some advices when some critical situation happens. The use of Lean Manufacturing Method and the action research method helped to well define the problem and to reduce the number of steps, spreadsheets and time of process in 80%, 60% and 75%, respectively.

KEYWORDS: Production and Control Planning. Lean Six Sigma. Planning Tool. Lean Six Sigma Tools

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa a ser preenchido	26
Figura 2: Fluxograma com área trabalhada em destaque.	29
Figura 3: Fluxograma do escopo do escopo do projeto na empresa.	30
Figura 4: Fluxograma com áreas de melhoria contínua.	31
Figura 5: Diagrama de Ishikawa após Brainstorming	32
Figura 6: Critérios de impacto e esforço.....	33
Figura 7: Pesos atribuídos	33
Figura 8: Representação da tabela de cálculos.	34
Figura 9: Fluxograma com os tempos cronometrados.	35
Figura 10: Diagrama de Espaguete	37
Figura 11: Mapa de fluxo de valor.....	38
Figura 12: Aba Controle.....	39
Figura 13: Botões de navegação	40
Figura 14: Aba Cronograma.....	41
Figura 15: Aba Liquid/Pallets	42
Figura 16: Aba Dry.....	42
Figura 17: GYR.....	44
Figura 18: Aba Informações – Capacidades da planta.....	45
Figura 19: Aba Informações – Estoques de segurança.....	46
Figura 20: Aba Base de Cálculos.....	47
Figura 21: Exemplo de informações da tabela dinâmica	47
Figura 22: Fluxograma antes	49
Figura 23: Fluxograma depois	49
Figura 24: Espaguete antes	50
Figura 25: Espaguete depois	51
Figura 26: VSM antes	51
Figura 27: VSM depois	52
Figura 28: Redução de memória utilizada	52
Figura 29: Redução no número de planilhas.....	53
Figura 30: Redução no número de movimentações.....	53
Figura 31: Redução de tempo.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Posições em projetos Seis Sigma	16
Quadro 2: Representação das fases do DMAIC.....	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BB	-	Black Belt
BOM	-	Bill of Material (lista de materiais)
DMAIC	-	Definition; Measure; Analysis; Improvement; Control
ERP	-	Enterprise Resource Planning
FY	-	Fiscal Year
GB	-	Green Belt
GYR	-	Green Yellow and Red System
IT	-	Information Technology
JIT	-	Just in Time
LM	-	Lean Manufacturing
LSS	-	Lean Six Sigma
MBB	-	Master Black Belt
MPS	-	Master Production Schedule
MRP	-	Material Requirement Planning
MRP II	-	Manufacturing Resource Planning
PCP	-	Planejamento e Controle da Produção
PIB	-	Produto Interno Bruto
SC	-	Supply Chain
SKU	-	Stock Keeping Unit
SS	-	Six Sigma
STP	-	Sistema Toyota de Produção
VSM	-	Value Stream Mapping (Mapeamento de fluxo de valor)

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	15
1.2	JUSTIFICATIVA.....	15
1.3	MÉTODO	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	SIX SIGMA	20
2.2	LEAN MANUFACTURING.....	22
2.2.1	Ferramentas.....	24
2.2.1.1	Diagrama de ishikawa e brainstorming	25
2.2.1.2	Mapa de fluxo de valor (VSM)	27
3.	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	28
3.1.	DEFINIÇÃO	28
3.1.1.	Fluxograma do processo – Baseline	28
3.1.2.	Diagrama de Ishikawa	31
3.2.	MEDIÇÃO E ANÁLISE	35
3.3.1	Cronometrização das etapas do fluxograma	35
3.3.2.	Medição de movimentos – diagrama de espaguete.....	36
3.3.3.	Mapa de fluxo de valor – VSM	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1	MELHORIA	39
4.1.1.	Aba controle.....	39
4.1.2.	Aba cronograma	41
4.1.3.	Abas liquid e dry	42
4.1.4.	Aba informações.....	45
4.1.5.	Aba base de cálculos	46
4.1.6.	Abas “pivot liquid” e “pivot dry”	47
4.1.7.	Consolidação dos resultados obtidos	48
4.2.	CONTROLE	55
4.3.	RECOMENDAÇÕES.....	55
5.	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país forte e competitivo no *agrobusiness*, o que garante às empresas desse setor uma demanda muito grande de produtos propiciando, na maior parte do ano e principalmente no período da safra, um ambiente quase que 100% *just in time* (JIT). Com isso fica evidente que em empresas e indústrias desse setor as oportunidades de aplicação de conceitos e métodos de Engenharia de Produção, visando otimizar processos e reduzir desperdícios, são grandes. Além disso, o agronegócio brasileiro vem recebendo destaque nos meios de comunicação e na atenção de pesquisadores estudiosos e investidores devido a, dentre outros fatores, sua participação na economia brasileira, a qual até pouco tempo atrás já representava valores por volta de 33% na formação do PIB (Produto Interno Bruto), 42% do volume de exportações e 37% na geração de empregos (FREIRES; MARINHO; WALTER, 2012).

Este trabalho de graduação foi realizado com base nos resultados da implementação de uma ferramenta de MRP de embalagens no departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) de uma empresa que atua no setor de agronegócios. Independente do raciocínio que utilize, os sistemas de gerenciamento da produção, para cumprirem suas metas de atingimento dos objetivos estratégicos dentro de uma companhia, devem ser capazes de apoiar o tomador de decisões logísticas a planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização; planejar os materiais comprados; planejar os níveis de estoques de matérias-primas, semiacabados e produtos finais, nos pontos certos; programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas condições certas e prioritárias; ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção); ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los; ser capaz de reagir eficazmente (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009)

É importante que as embalagens de cada produto sejam fornecidas no tempo certo e na quantidade certa. Dessa forma sabe-se que o processo de MRP de embalagens precisa ser o mais acurado possível e ter uma visão clara de como a produção seria afetada caso algum fornecedor falhe ou caso exista algum imprevisto na produção. Para GAITHER E FRAZIER (2005), o MRP possui como objetivos melhorar o serviço de atendimento ao cliente, reduzir o

nível de estoques e conseqüentemente seus custos e melhorar a eficiência produtiva da fábrica. O MRP tem como foco uma atuação direta e indireta com várias áreas dentro da empresa. A elaboração de um MRP influencia na identificação de investimentos necessários, tempos de produção, alocação de equipamentos e pessoas, quantidades de itens a serem comprados ou fabricados, *lead times* e nos prazos de entrega (MOREIRA; SILVA; WANZELER; FERREIRA, 2010).

É exigido cada vez mais das empresas e indústrias a redução de desperdícios e aumento da capacidade produtiva. Um maior desenvolvimento e sucesso do negócio são conseguidos quando se consegue aliar esses dois importantes fatores com segurança, sustentabilidade e qualidade. Quando o objetivo é a redução de desperdício, seja ele de matéria-prima (MP), embalagens ou mesmo tempo (no caso de um ambiente administrativo), faz-se de extrema importância a utilização de metodologias e ferramentas capazes de auxiliar na identificação e caracterização do problema a ser solucionado. Para a realização desse trabalho foi escolhida a metodologia *Lean Manufacturing* (LM).

Para que as entregas de matéria-prima e embalagens aconteçam é necessário além de fornecedores confiáveis e flexíveis, que os planejadores planejem de forma cada vez mais acurada, sendo que os *forecasts* enviados aos fornecedores sejam cada vez mais próximos do que virá a ser consumido durante o mês. É nesse âmbito que se faz crucial um processo de MRP enxuto, que dê uma visão tanto para o planejador quanto para os fornecedores e para a produção, do cenário que o mês seguinte irá representar. Caso alguma mudança no decorrer do mês ocorra, deve haver uma sinalização para que decisões sejam tomadas com antecedência, minimizando impactos para a produção.

O bom planejamento, como mostrado, depende fortemente do entrosamento entre os vários *stakeholders* e da utilização de ferramentas que o proporcionem. Com o conhecimento de toda a cadeia suprimentos da empresa e sendo consideradas todas as informações referentes aos fornecedores (Lead Time, capacidade, flexibilidade, etc.), torna-se possível e imprescindível o desenvolvimento de ferramentas que visem de uma maneira enxuta, tornar o processo mais confiável.

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho visa criar uma ferramenta de planejamento e controle da produção que auxilie, de uma maneira simples, visual e automatizada, a tomada de decisão no que diz respeito ao planejamento de necessidades e recursos (MRP).

Este objetivo geral ramifica-se nos seguintes objetivos específicos:

- ⇒ Utilizar metodologia Lean para identificar os problemas e reduzir o número de etapas do processo de MRP;
- ⇒ Utilizar metodologia Six Sigma para reduzir as variabilidades do processo de MRP e facilitar a fase de controle;
- ⇒ Desenvolver um indicador que utilize a base de dados da ferramenta para que seja possível fazer as mais variadas análises, bem como consumo, recebimentos, níveis de estoque, etc.;
- ⇒ Permitir que o MRP seja padrão e procedimentado, afim de poder ser realizado por uma outra pessoa na ausência do(a) analista responsável;
- ⇒ Utilizar o software *Excel* da *Microsoft* para desenvolver a ferramenta com recursos já disponíveis, garantindo que o investimento seja o menor possível;

1.2 JUSTIFICATIVA

Corrêa (2009) explica Planejamento e Controle da Produção (PCP) como sendo sistemas de informação para apoio a tomada de decisões, administrativas e operacionais, referentes às seguintes questões logísticas básicas para que sejam atingidos os objetivos estratégicos da organização:

- ⇒ O que produzir e comprar;
- ⇒ Quanto produzir e comprar;
- ⇒ Quando produzir e comprar;
- ⇒ Com que recursos produzir.

Ainda segundo Corrêa (2009), existem diversas alternativas de técnicas e lógicas que podem ser utilizadas (por vezes complementarmente) com este objetivo. As três principais,

que têm sido mais extensivamente usadas ao longo dos últimos 15 anos, são: os sistemas Manufacturing Resource Planning II/Enterprise Resource Planning (MRPII/ERP), que se baseiam fundamentalmente na lógica do cálculo de necessidades de recursos a partir das necessidades futuras de produtos, os sistemas JIT, de inspiração japonesa, e os sistemas de programação da produção com capacidade finita, que se utilizam fundamentalmente das técnicas de simulação em computador.

O planejamento das necessidades de materiais (MRP) é usado cada vez mais, quando os fabricantes lutam para reduzir níveis de estoques, aumentar a capacidade de produção e aumentar lucros (GAITHER & FRAZIER, 2005). Segundo Tubino (2000), os modelos de controle de estoques baseados na lógica do MRP, ou do cálculo de necessidade de materiais, são modelos incorporados a um sistema de informações gerencial mais amplo, conhecido como MRPII que busca, via informatização do fluxo de informações, integrar os diversos setores da empresa, como marketing, engenharia e finanças ao sistema de produção. O MRP surgiu, de acordo com Martins (2006), da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente, isto é, aquela que decorre da demanda independente. A demanda independente decorre das necessidades do mercado e se refere basicamente aos produtos acabados, ou seja, àqueles que são definitivamente entregues ao consumidor.

Explicitados a importância estratégica do sistema de administração da produção, bem como a importância do planejamento das necessidades de materiais para garantir que as informações alimentem os diversos setores da empresa, torna-se justificável a realização de um trabalho que, utilizando conceitos de Engenharia de Produção, torne o processo de MRP mais rápido, eficaz e mais fácil de ser entendido visualmente.

O trabalho é desenvolvido na empresa do setor de agronegócios Monsanto do Brasil situada em São José dos Campos, no estado de São Paulo. A Monsanto, empresa americana, completa no ano de 2013 50 anos no Brasil e é pioneira no desenvolvimento de tecnologias limpas que contribuem para a produção de alimentos com preservação ambiental. Seus produtos visam produzir mais com menos, promovendo proteção à biodiversidade e economia de recursos naturais. É a líder mundial na produção do herbicida Glifosato além de ser, de longe, o produtor líder de sementes geneticamente modificadas, respondendo por mais de 70% do *Market share* para as mais variadas culturas.

A principal motivação desse trabalho consiste no fato de a empresa ser um gigante do setor em que atua e, mesmo assim, apresentar deficiências no planejamento e também no

processo de tomada de decisões. As informações da área comercial (demanda) são recebidas pelo departamento de PCP, transformadas em cronograma de produção e passadas para a produção. O que ocorre no dia a dia do departamento de PCP é que qualquer mudança não planejada realizada pela manufatura, não é sentida e reagida de uma maneira eficaz, sendo que na maioria dos casos corre-se o risco de uma parada de planta além de causar um estresse desnecessário com fornecedores, que recebem em alguns casos, mais de 10 revisões de pedidos no período de um mês.

O MRP de embalagens é muito importante, visto que a capacidade de armazenamento da planta é limitada. Itens como bombonas (frasco de 20 litros), além de ocuparem um volume considerável, possuem um valor unitário elevado e um alto consumo diário na planta. O mau planejamento do seu recebimento pode por um lado acarretar falta do material, e por outro um estoque muito alto ou próximo do que aquele suportado pela planta. Antes de o presente trabalho ter sido concluído, esse planejamento era feito por apenas um analista que trabalhava apenas com estimativas e sem ter uma boa visão do que poderia acontecer em longo prazo caso algum recebimento não ocorresse ou caso algo inesperado acontecesse na produção. Além disso, o tempo gasto em todo o processo de MRP era extremamente alto, bem como o número de etapas envolvidas e de planilhas utilizadas.

Como se pode perceber, trata-se de um processo que não é ajustado e que tem muitos pontos de melhoria, o que justifica a utilização da metodologia *Lean* visando “enxugar” o processo e reduzir e/ou eliminar as etapas que não agregam valor.

A manufatura enxuta é embasada em dois pilares igualmente importantes, que são o *jidoka* e JIT. O objetivo do primeiro pilar da produção enxuta, o *jidoka*, é dar liberdade e autonomia tanto para as máquinas quanto para cada trabalhador de interromper o processo sempre que algo fora do normal seja observado, algo que depende de três elementos. O primeiro elemento do *jidoka* é a separação entre o homem e a máquina, garantindo à máquina a tarefa de detectar os problemas e ao homem a solução dos mesmos. O segundo elemento do *jidoka* é a multifuncionalidade, cujo objetivo é o operador, livre da detecção dos problemas, desenvolver várias operações simultaneamente. O terceiro elemento do *jidoka* é a autonomia, cujo objetivo é o operador multifuncional auxiliar na identificação e na eliminação das causas raízes da anormalidade. Já o objetivo do segundo pilar da produção enxuta, o *just in time*, é suprir cada estágio do processo somente com os itens certos, na quantidade certa, no momento certo e no local certo, algo que depende de três elementos. O primeiro elemento do JIT é o

takt time, que visa alinhar o ritmo da produção com o das vendas, de modo a atender à demanda sem estimular a superprodução. O segundo elemento do JIT é o fluxo contínuo, cujo objetivo é estabelecer um fluxo contínuo dos produtos pelas atividades que criam valor. O terceiro elemento do JIT é a produção puxada, pois, embora o fluxo contínuo deva ser perseguido sempre, em alguns pontos poderá haver a necessidade da produção em lotes e, quando isto ocorrer, haverá a necessidade da instalação de sistemas puxados com base em supermercados (GHINATO, 2000).

Para o desenvolvimento de uma ferramenta que melhorasse o processo de MRP de embalagens, o autor desse trabalho utilizou as mais diversas ferramentas oferecidas pela metodologia *Lean*, a fim de definir o problema e, posteriormente, com base nessa definição, atacá-lo de uma maneira eficaz. Na fase de desenvolvimento da ferramenta de planejamento, optou-se por fazê-la em ambiente *Microsoft Excel*, para que ficasse evidente que mesmo utilizando apenas recursos já disponíveis, os pontos de melhoria são muitos.

Com tudo o que foi apresentado aqui, sobre PCP, sobre a realidade da empresa e sobre os pilares da produção enxuta, fica justificada a importância do trabalho realizado e a real necessidade de aplicação de conceitos tão atuais propostos pela Engenharia de Produção.

1.3 MÉTODO

Esse tópico visa apresentar o método de pesquisa utilizado no trabalho de graduação, a pesquisa-ação. Para Mello et al. (2012), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa na qual o pesquisador e os clientes participam de forma empírica na descoberta, definição e posterior apresentação de uma solução para um problema empírico particular. Ainda segundo os autores, o termo pesquisa se refere ao conhecimento prévio adquirido para que se possa tomar uma ação intencional que visa mudar a realidade do ambiente que apresenta, por exemplo, pontos de melhoria. É importante ainda ressaltar que tanto a fase de pesquisa quanto sua aplicação prática acontecem de forma simultânea.

Inicialmente verificou-se a forma como era até então realizado todo processo de MRP de embalagens, envolvendo as informações importantes bem como suas origens, a lógica utilizada, o fluxo de ações realizadas, os *stakeholders* (fornecedores e demais pessoas do departamento de PCP), capacidade da planta, entre outras. Posteriormente foram realizadas

várias reuniões com pessoas de diferentes níveis hierárquicos dentro da organização visando, por meio de *brainstormings*, definir o problema e identificar as prováveis e viáveis soluções. Por fim, de posse de todas as informações necessárias, foi desenvolvida uma ferramenta utilizando o *software Excel da Microsoft*.

O trabalho foi desenvolvido principalmente pelo autor, mas o que mais agregou valor foi a interação do mesmo com um grande número de pessoas, cada uma responsável por uma determinada função dentro da empresa. Além disso, houve todo um embasamento teórico e posterior desenvolvimento e aplicação da ferramenta que hoje é utilizada para realizar o processo de MRP de embalagens. Esses fatores, segundo Thiollent (2007) caracterizam o trabalho como sendo uma pesquisa-ação.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 2 serão abordados os referenciais teóricos importantes para o entendimento deste trabalho. Como no Capítulo 1 já foi bastante discutido sobre PCP e MRP, o foco aqui são as metodologias Lean e Six Sigma e suas ferramentas. Nos capítulos seguintes escreve-se sobre as considerações iniciais e apresentação do problema a ser solucionado; aborda-se a ferramenta desenvolvida, descrevendo sua lógica de funcionamento.

Nos últimos tópicos do Capítulo 4 é mostrado como a ferramenta aliada com a metodologia LM contribuiu para uma melhora no processo dentro de um ambiente industrial, porém administrativo. O Capítulo 5 apresenta as pertinentes conclusões. Por fim, seguem as referências bibliográficas que contribuíram para dar valor e entendimento ao trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica está escrita de maneira a apresentar os conceitos relacionados a este trabalho que foram de fato aplicados visando a melhoria do processo e a criação da ferramenta e o indicador, abordando os seguintes temas: Six Sigma e DMAIC; Lean Manufacturing e suas ferramentas utilizadas: Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Espaguete, Mapa de Fluxo de Valor (VSM).

2.1 SIX SIGMA

Cada vez mais em ambientes empresariais o método Seis Sigma (SS) tem sido utilizado para resolver problemas bem como reduzir falhas ou defeitos em processos já ajustados, visando, por meio da utilização de ferramentas e técnicas estatísticas, reduzir a variabilidade de processos (FERNANDES; MARINS, 2012). Conforme citado por Montgomery (2010), A Motorola desenvolveu o programa SS no final da década de 1980 como uma resposta à demanda por seus produtos, que contêm muitos componentes, procurando atingir baixos níveis de defeitos em sua produção.

De acordo com Santos et al. (2013), o nível seis sigma para cada milhão de eventos ou peças produzidas é de apenas 3,4 falhas ou defeitos, o que representa um nível de qualidade de 99,99966%. Essa redução deve estar aliada a estratégia das empresas de que todos os setores e departamentos chave para que o processo produtivo ocorra, devem ter objetivos e metas relacionados à melhoria, se baseando em resultados e dados quantitativos adquiridos por meio de metodologias pré-determinadas (WERKEMA, 2010). Todos os projetos que envolvam melhorias desse tipo deveriam ser conduzidos por equipes de implementação que contem com especialistas em SS. As empresas que utilizam o SS contam com especialistas individualmente treinados, chamados *green belts (GBs)*, *black belts (BBs)* e *master black belts (MBBs)*. GBs possuem normalmente menor tempo de treinamento (uma a duas semanas) e geralmente lideram projetos menores, porém mais focados. BBs obtiveram maior tempo de treinamento especializado (quatro meses de treinamento) acompanhado da execução de um projeto SS. Eles lideram equipes focadas em projetos que visam impactos em qualidade e também econômicos, além de treinar GBs e estarem envolvidos em outras atividades e identificação de novos projetos. MBBs estão normalmente envolvidos no treinamento tanto

dos BBs quanto outros MBBs. Os MBBs frequentemente escrevem procedimentos e desenvolvem treinamentos, além de estarem fortemente envolvidos na parte de definição e seleção de problemas e projetos e de trabalharem ao lado de líderes de negócios, chamados de *Champions* (MONTGOMERY, 2010). Além desses especialistas existem também patrocinadores dos projetos SS. O Quadro 1 abaixo evidencia as funções de cada posição dentro de uma empresa envolvida com projetos SS.

Quadro 1: Posições em projetos Seis Sigma

	Patrocinadores e Especialistas	Nível	Tarefas Principais
Patrocinadores	Patrocinadores e Especialistas	Diretor Geral	Promove e define as estratégias para implementação do Seis Sigma.
	Patrocinador Facilitador	Alta Gerência	Auxilia o Patrocinador na implementação.
	<i>Champion</i>	Gerência	Auxilia nos projetos e remove as barreiras para sua implementação.
Especialistas	<i>Master Black Belt</i>	<i>Staff</i>	Auxilia o Patrocinador e o <i>Champion</i> e age como mentor dos <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i> .
	<i>Black Belt</i>	<i>Staff</i>	Lidera a implementação dos projetos trabalhando com times multifuncionais.
	<i>Green Belt</i>	<i>Staff</i>	Lidera a implementação dos projetos junto a times funcionais e auxilia os <i>Black Belts</i> .
	<i>Yellow Belt</i>	Supervisão	Supervisiona a utilização das ferramentas Seis Sigma e implementa projetos focados normalmente não conduzidos pelos <i>Green Belts</i> .
	<i>White Belt</i>	Operacional	Executa ações nas atividades da empresa para assegurar a manutenção dos resultados obtidos nos projetos Seis Sigma implementados.

Fonte: adaptado de Werkema (2010).

Os projetos seis sigma devem ser desenvolvidos seguindo os métodos DMAIC (*define, measure, analyse, control*) para que a excelência operacional seja alcançada (LUCATO; JUNIOR; SANTOS, 2012). O DMAIC permite a aplicação de ferramentas que envolvem qualidade e que deverão ser utilizadas em cada etapa. Como exemplo pode-se citar: identificação dos *stakeholders*; entender e identificar os processos em famílias de produtos; definição dos dados por meio dos sete M's do diagrama de Ishikawa (método, medição,

material, mão de obra, gerenciamento (management), máquina e meio ambiente); implantação das melhorias, através de plano de ação como 5W2H (What, Why, Who, Where, When, How, How Much) e implantação do controle com as cartas de controle estatístico e instruções de trabalho (FORTES; HERMOSILLA; SILVA, 2012).

2.2 LEAN MANUFACTURING

De acordo com (MONTGOMERY, 2010), sistemas Lean Manufacturing (LM), ou de manufatura enxuta, são destinados a eliminar desperdícios. Por desperdícios entendem-se: desnecessários longos tempos de ciclo; elevados tempos de espera entre duas atividades que agregam valor; retrabalho; sucatear; excesso de inventário. Sucatear e retrabalhos estão diretamente relacionados com excesso de variabilidade, o que comprova a conexão entre LM e SS. O LM faz uso de várias ferramentas da Engenharia de Produção, que serão abordadas nos próximos tópicos do Capítulo 2, e Pesquisa Operacional. Para Araújo (2004), o pensamento enxuto tem em sua base eliminar o desperdício onde quer que ele exista. Queiroz (2012) afirma que tal pensamento está relacionado com alguma forma de dar valor, alinhar na melhor sequência as atividades que agregam valor e realizá-las sem interrupção.

Ainda a respeito das formas de desperdícios vale citar a abordagem dada por Ghinato (2000), que diz que Taiichi Ohno, criador do Sistema Toyota de Produção (STP), classificou-as em sete grupos:

- 1- Superprodução: a mais prejudicial, pois esconde as outras. É também dividida em dois subgrupos, superprodução por quantidade (produção além da planejada) e por antecipação (produção antes do momento necessário). Ambos os subgrupos geram excesso de estoque;
- 2- Perdas por espera: ocorrem devido a tempos de espera desnecessários, sejam eles devido a uma espera por processo, por lote, ou ainda por espera do operador;
- 3- Transporte: oriundas de transportes desnecessários de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados. As melhorias mais significativas relacionadas a este grupo estão relacionadas à eliminação da necessidade de transportes e, por último devem ser implantadas aos equipamentos de transporte.
- 4- Processamento: É referente a processamentos desnecessários, que não criam valor para o cliente. A eliminação das atividades que não agregam valor é vista como a

melhor fonte de melhorias desse desperdício, e deve preceder qualquer melhoria em atividades que agregam valor.

- 5- Estoque: É relativa referente ao armazenamento desnecessário de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados. As empresas enxutas procuram utilizar a redução gradativa dos estoques para expor os problemas.
- 6- Movimentação: Diz respeito às movimentações desnecessárias realizadas pelos operadores. As melhorias são apresentadas na forma de racionalização dos movimentos. Dessa forma, qualquer melhoria de automação deve apenas ser buscada após esgotadas as possibilidades de melhoria de movimentação.
- 7- Produção de produtos defeituosos: São produtos que não atendem as especificações do cliente e também de qualidade das empresas por apresentarem algum defeito. A forma de melhoria mais significativa está relacionada à aplicação de métodos de controle junto à causa raiz das anormalidades.

Segundo Fernandes e Marins (2012), o LM, ou manufatura enxuta, abrange toda a Supply Chain (SC), visto que busca organizar o relacionamento entre as empresas e seus clientes, sejam eles internos ou externos. Além disso, o LM visa melhorar a cadeia de fornecedores, o desenvolvimento de produtos e operações de produção, de forma que, com cada vez menos recursos, seja possível fazer mais.

Tanto o LM quanto o SS têm um mesmo foco que garante que suas estruturas e o uso de suas ferramentas se agreguem e os permitam ser considerados como metodologias que se complementam, fazendo comum o uso do termo Lean Six Sigma (LSS) para tratar de projetos que visam tanto a redução de desperdícios, quanto a redução de variabilidade (FERNANDES; MARINS, 2012; SNEE, 2010; HA, 2007). Partindo dessas afirmações pode-se considerar também importante que projetos que sejam apenas LM ou que sejam LSS utilizem o DMAIC (apresentado no tópico anterior) para que o problema a ser resolvido seja bem definido, medido e analisado, para que se obtenha um *baseline* claro do processo e que por fim seja possível a implementação de melhorias e controle do que foi desenvolvido. A fim de exemplificar como o DMAIC pode guiar um projeto LSS Santos et al. (2012) propõe uma forma simplificada para mostrar como as etapas do DMAIC devem ser seguidas dentro de um projeto Lean Six Sigma. O Quadro 2 mostra de maneira adaptada essa representação.

Quadro 2: Representação das fases do DMAIC

Fases	Melhorias	Projetos
1. Definição	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar oportunidades; - Definir recursos; - Estabelecer métricas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar problemas específicos ou amplos; - Definir visão do objetivo / mudança; - Esclarecer escopo e requisitos do cliente.
2. Medição	<ul style="list-style-type: none"> - Validar oportunidades e metas; - Preparar mapa com as variáveis de entrada e saída para cada fase do processo; - Redefinir problema / objetivo; - Medir etapas principais / entradas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Medir desempenho em relação aos requisitos; - Coletar dados sobre a eficiência do processo.
3. Análise	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver hipóteses; - Identificar causas raiz (poucas e vitais); - Validar hipóteses. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar "melhores práticas"; - Avaliar projeto do processo; - Redefinir requisitos.
4. Melhoria	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver ideias para eliminar causa raiz; - Testar soluções; - Padronizar solução e medir resultado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver novo processo; - Implementar o novo processo.
5. Controle	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer métricas padrão para manter desempenho; - Corrigir problemas sempre que necessário. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer métricas e revisões para manter o desempenho; - Corrigir problemas sempre que necessário.

Fonte: adaptado de Santos et. Al (2012)

2.2.1 Ferramentas

Os tópicos descritos daqui em diante, ainda referentes ao Capítulo 2, visam apresentar a fundamentação teórica das principais ferramentas da qualidade utilizadas no trabalho. O objetivo aqui é apresentar a teoria de duas delas. Primeiramente o Diagrama de Ishikawa e a importância dele ser montado em grupo, realizando um *Brainstorming*. A outra ferramenta descrita será o Mapa de Fluxo de Valor, ou *Value Stream Mapping* (VSM), pois mostra todo o processo considerado, bem como as etapas para realizá-lo, as atividades que são vistas como gargalo e as que realmente agregam valor.

2.2.1.1 Diagrama de Ishikawa e brainstorming

Existem várias ferramentas chamadas de ferramentas da qualidade que visam definir, analisar, mensurar, apresentar melhorias e soluções para problemas e, por fim, auxiliar no controle do que foi feito. Essas ferramentas vêm sendo cada vez mais utilizadas dentro de ambientes corporativos para suportar o desenvolvimento e auxiliar no processo de tomada de decisões. Conforme Miguel (2006) as aplicações dessas ferramentas representam um mecanismo de extrema importância e eficácia no que diz respeito à tomada de decisões em ambientes gerenciais. Mata-Lima (2007) ressalta a importância de se aliar o uso dessas ferramentas a debates em grupo compostos por pessoas envolvidas no processo considerado, buscando, dessa forma, encontrar as causas fundamentais de problemas que estão ocorrendo.

O Diagrama de Causa e Efeito apresenta fatores (causas) de um processo que resultam em efeitos que afetam um resultado esperado (FERREIRA, 2003). Para Miguel (2006), esse diagrama é uma representação gráfica de um problema ou efeito indesejável e suas mais variadas causas, que tem como função facilitar a identificação das causas-raiz do problema e ajudar a priorizar onde as ações corretivas devem ser aplicadas. O diagrama também é chamado de Diagrama de Ishikawa ou Diagrama 6M, devido ao fato de suas causas principais serem oriundas de seis fatores:

- ⇒ Mão-de-obra;
- ⇒ Método;
- ⇒ Máquina;
- ⇒ Material;
- ⇒ Medições;
- ⇒ Meio Ambiente.

Uma boa sistemática segundo Leal et al. (2011) para elaborar um diagrama de Ishikawa é primeiramente identificar o efeito seguido da realização de uma relação de quais seriam as possíveis causas. Após essa etapa constrói-se o diagrama agrupando todas as causas apontadas em “6M”. Por último deve-se analisar o diagrama para identificação das causas que realmente contribuem para o efeito, e dessa forma atacá-las para resolver o problema. A Figura 1 mostra

um exemplo do Diagrama de Ishikawa no qual as ramificações menores mostram onde deve ser colocada cada causa referente a cada grupo do “6M”.

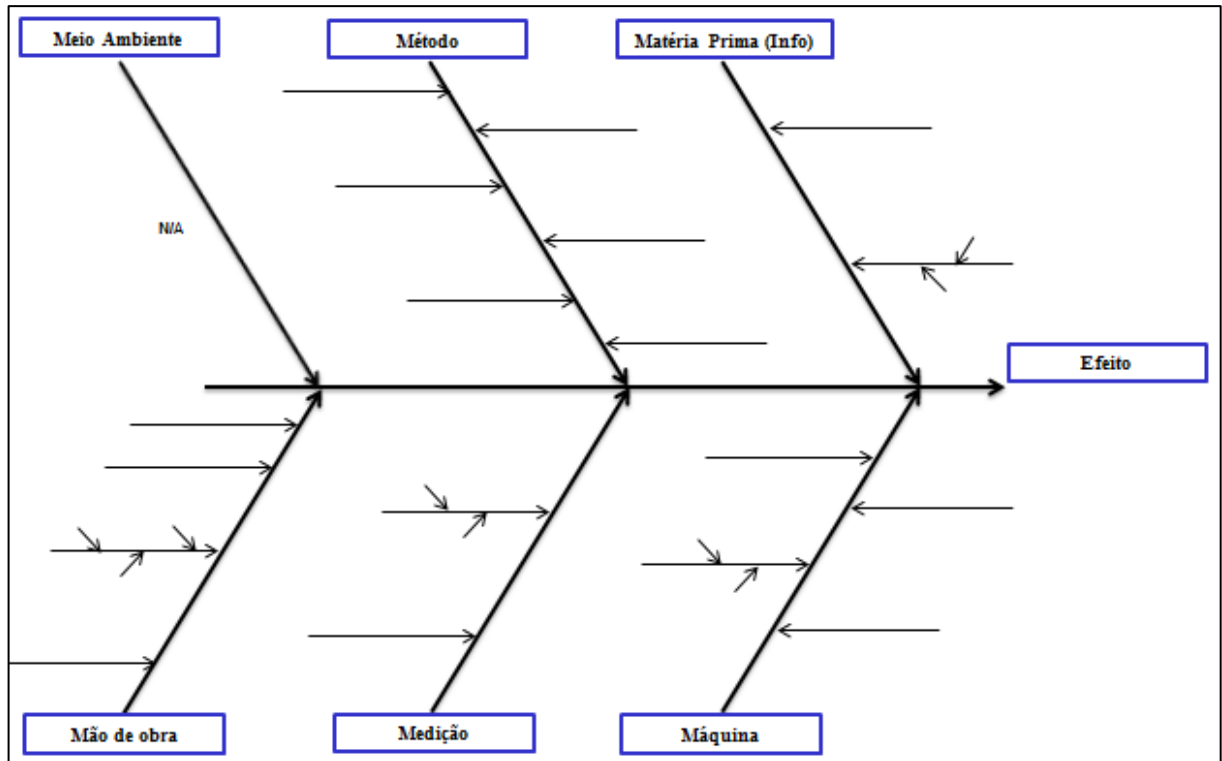


Figura 1: Diagrama de Ishikawa a ser preenchido

É notável a importância de se construir esse diagrama a partir de uma reunião entre todas as pessoas que conhecem o processo que envolve o efeito a fim de que nada passe despercebido. Chama-se de tempestade de ideias ou ainda de *Brainstorming* as contribuições dadas por todas as pessoas da equipe.

O *Brainstorming* apresenta vantagens significativas dentro de uma organização. Essas vantagens estão relacionadas desde um estreitamento entre as relações com fornecedores, clientes e o próprio time, até o que diz respeito à qualidade das ideias voltadas a resolver uma situação. Importante ainda nessa técnica é o fato de ser um bate-papo direcionado e que não deve apresentar barreiras a qualquer opinião dada, mesmo aquelas aparentemente absurdas a uma primeira vista. As pessoas que participam do *Brainstorming* devem se sentir a vontade para falar e suas ideias devem ser sempre consideradas, visto que no final do processo apenas as que realmente resolvem o problema serão consideradas (LEAL et al., 2011).

2.2.1.2 Mapa de fluxo de valor (VSM)

O Mapa de Fluxo de Valor ou *Value Stream Mapping* (VSM) é uma importante ferramenta da metodologia LM que pode servir como um bom ponto de início para empreendimentos que querem ser enxutos. Desenvolvida em 1995, a ferramenta visava auxiliar pesquisadores e profissionais a identificar desperdícios em fluxos de valores individuais para depois encontrar um caminho apropriado para removê-los (Singh; Singh, 2013). O VSM é também definido como um processo de mapeamento visual tanto de informações como também de materiais para que no futuro seja base para um mapa final melhorado e que possibilite um maior desempenho do processo. Este mapa inclui basicamente dois fluxos. Um é o fluxo de recursos, que envolve desde o seu recebimento dos fornecedores até sua entrega aos clientes. O outro é o fluxo de comunicação dos clientes para os fornecedores. Para Taylor (2005), Mapas de Fluxo de Valor são um método muito efetivo de resumir, apresentar e fornecer as características fundamentais de um processo dentro de uma organização. Os Mapas auxiliam empresas que utilizam a metodologia LM a focar na entrega de produtos com melhor qualidade, no momento certo e com os menores custos possíveis.

Vários autores que utilizaram VSM em seus trabalhos chamam a atenção para a notável redução de desperdícios nos processos abordados. Singh et al. (2013) citam como exemplo os trabalhos de Grewal (2008) e Singh e Shama (2009) para evidenciar esses resultados, mostrando que o adequado uso da ferramenta oferece uma grande vantagem para departamentos e companhias que a utilizam.

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A metodologia que norteou o trabalho conforme explicitado no Capítulo 2 foi o DMAIC. Este capítulo tem como objetivo apresentar as três primeiras etapas com o intuito de descrever o problema. Seguindo a ordem proposta pela metodologia, inicialmente será apresentada a fase de definição e, em seguida, serão apresentadas as fases de medição e análise em conjunto, devido à forma como o trabalho foi desenvolvido justificar essa decisão. Para que a explicação fique mais clara e embasada serão mostradas também as ferramentas da metodologia LSS utilizadas para dar suporte a cada uma dessas fases (algumas delas abordadas no Capítulo 2).

3.1. DEFINIÇÃO

Esta etapa consiste na identificação e definição do problema por meio de ferramentas que apontam suas principais causas. Uma das peças-chaves de que se dispõe aqui são as pessoas, com suas experiências no processo e com as contribuições que podem oferecer. Os tópicos dentro do tópico 3.1 apresentarão em ordem cronológica como foi realizada a fase “D” de definição deste trabalho.

3.1.1. Fluxograma do processo – Baseline

Inicialmente em um projeto é necessária a definição do escopo do mesmo para que se saiba onde a melhoria será implantada. Este trabalho foi desenvolvido dentro de uma das funções do departamento de PCP que se refere ao MRP de embalagens e para tanto foi necessário uma interação muito grande com todas as pessoas que trabalham neste departamento. Esta interação possibilitou a criação de um fluxograma, mostrado na Figura 2, que representou uma primeira foto de onde o trabalho seria desenvolvido. Esse fluxograma apresenta todo o fluxo de atividades desenvolvidas em PCP. Basicamente a área comercial passa uma previsão, ou *forecast*, de vendas baseada na demanda dos clientes para que *Master Planner* a transforme em demanda de produção por meio do *Master Production Schedule* (MPS) e posteriormente dê entrada em um *software* chamado MiMi. Este *software* tem interação com o SAP que recebe toda a informação e programação do que deverá ser produzido num período de até vinte e quatro meses para que a demanda dos clientes seja atendida. É importante ressaltar que essa programação varia muito sendo que podemos

considerar o *forecast* de até três meses como aquele mais próximo do que será realizado. Uma vez no SAP, a programação de produção fica disponível para que mais pessoas possam acessá-la. É aí que entra o trabalho dos analistas de MRP, que pegam essa informação de longo prazo e transformam em cronograma de produção para atender o mês de produção. Fica também dada a eles a responsabilidade de garantir que todos os suprimentos cheguem à planta para garantir que o que programaram de fato aconteça. Isso envolve o recebimento de matérias-primas e também de embalagens. Todo o trabalho realizado pelos analistas de MRP acontece por meio do Excel e é aí que foi definido como área de atuação deste trabalho, visto que alterar toda a burocracia e padronização que já existe no MiMi e no SAP foram vistos como inviáveis para o projeto.

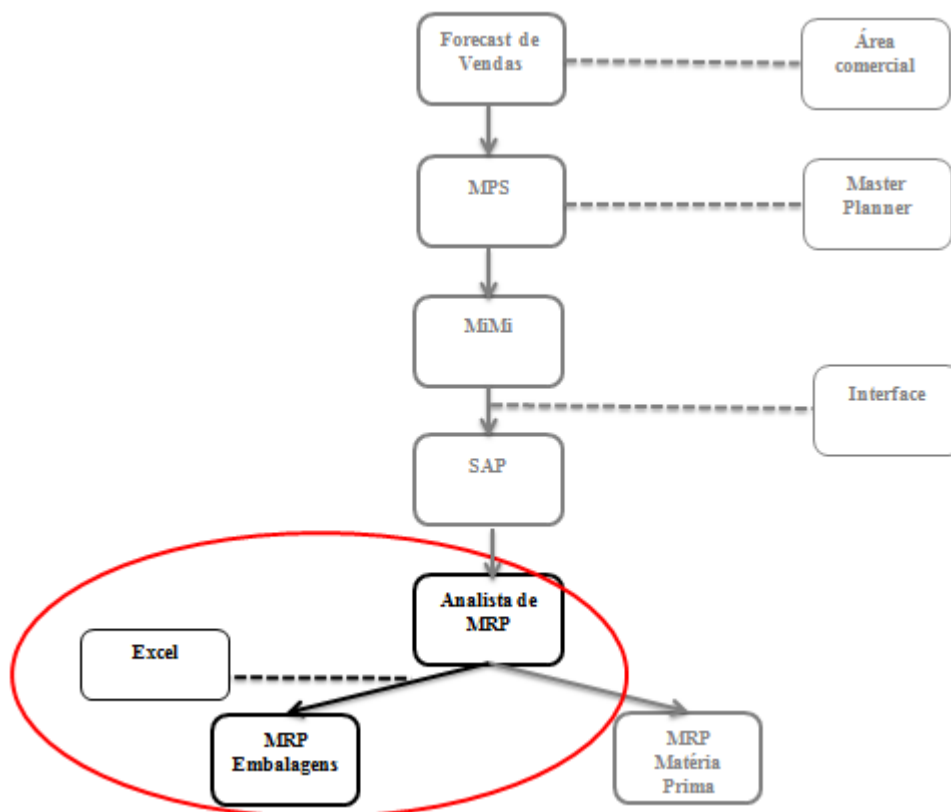


Figura 2: Fluxograma com área trabalhada em destaque.

O foco deste trabalho está no MRP de embalagens (área destacada em vermelho na Figura 2) e, por isso, após a identificação e representação de todo o processo dentro de PCP, decidiu-se que, no início, a interação maior deveria ser feita com a pessoa responsável por

essa atividade. Com isso desenhou-se um novo fluxograma, mostrado na Figura 3, que apresenta de uma forma detalhada tudo que acontece dentro da área destaca em vermelho na Figura 2.

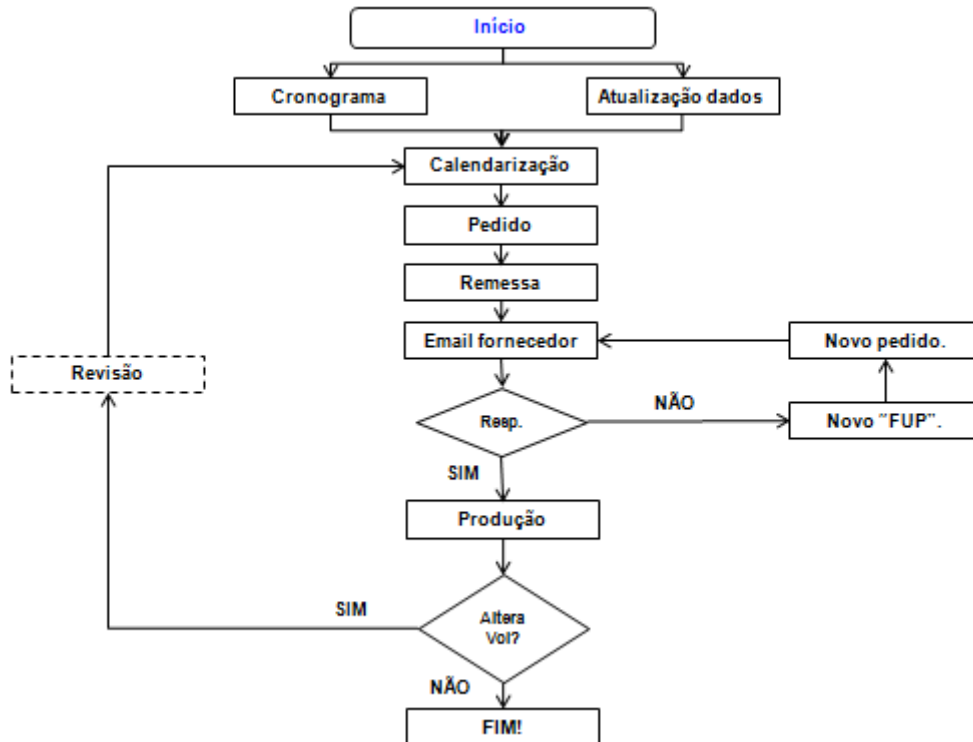


Figura 3: Fluxograma do escopo do projeto na empresa.

As atividades aqui acontecem na seguinte sequência: o analista entra no SAP, retira as informações de produção e dá início ao processo; primeiramente é feita uma atualização de dados visto que para cada mês existe uma planilha diferente de Excel e os meses não necessariamente começam no primeiro dia do mês atual e terminam no seu último dia (devido ao fechamento fiscal agosto pode, por exemplo, começar no dia 30 de julho e terminar no dia 29 de agosto); depois de atualizados os dados, atualiza-se o cronograma de produção; em seguida inicia-se a calendarização, que consiste em, de acordo com o cronograma, programar todos os recebimentos das mais diversas embalagens para garantir que a produção aconteça; quando pronta a calendarização, são montados os pedidos para cada fornecedor de cada embalagens, em outra planilha de Excel; após isso, geram-se as remessas dos produtos que serão pedidos e que entrarão na fábrica; manda-se um e-mail para cada fornecedor solicitando as entregas das embalagens. Se a resposta é não, são feitas alterações nos pedidos e reenviadas aos fornecedores. Se a resposta é sim, pergunta-se à produção se existe alguma

previsão de não atendimento ao volume de produção. Se existe realiza-se uma nova calendarização, se não, chega-se ao fim do processo.

A Figura 4 abaixo mostra o que foi definido como escopo deste trabalho (área destacada em vermelho) levando em consideração o fato de que depois de enviado o e-mail aos fornecedores, o tempo de resposta não depende mais do analista, mas apenas dos fornecedores, ou seja, não é possível interferir nessa parte do processo.

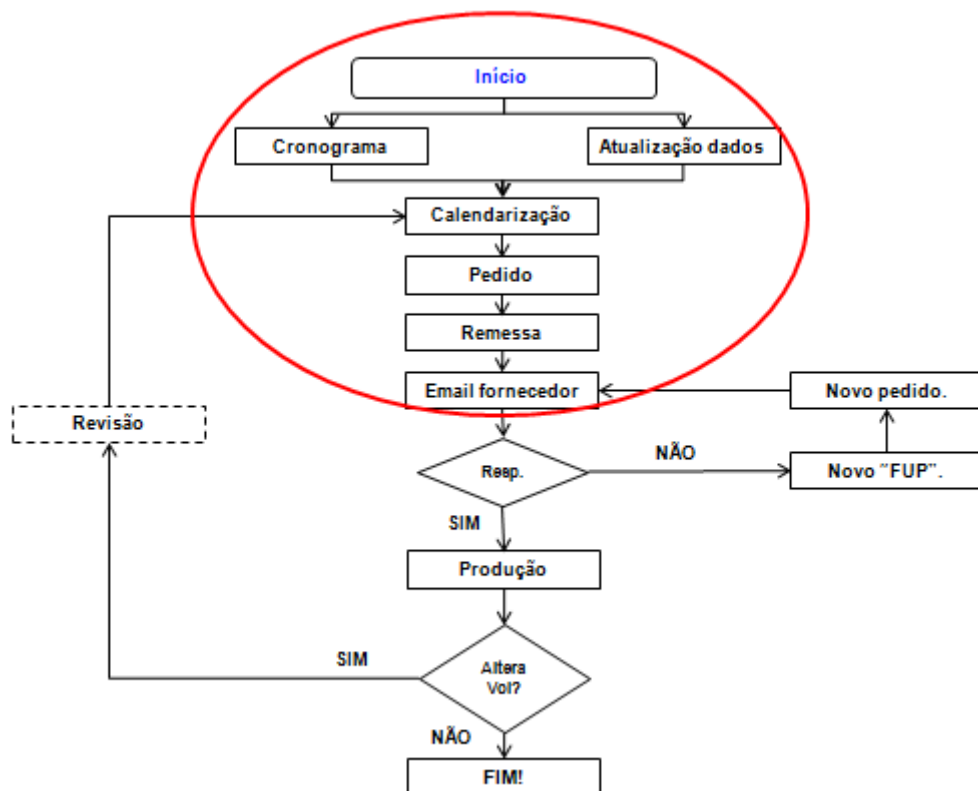


Figura 4: Fluxograma com áreas de melhoria contínua.

3.1.2. Diagrama de Ishikawa

Este tópico visa apresentar o Diagrama de Ishikawa desenvolvido com base em ideias oriundas de um *brainstorming* realizado com vários *stakeholders* do processo. Já foi fundamentada no Capítulo 2 a importância dessas duas ferramentas do LSS para se desenvolver projetos de melhoria contínua. O intuito foi reunir tanto pessoas que já detinham

certa experiência ou conhecimento de MRP de embalagens, quanto pessoas que foram identificadas como clientes do projeto e que seriam direta ou indiretamente afetadas pelo mesmo. Assim, a reunião contou com a presença de pessoas dos departamentos de PCP, Logística, Compras, Produção e IT. A Figura 5 abaixo mostra o diagrama final que, após considerar todas as ideias apresentadas, levou em consideração apenas aqueles em que o consenso entre as pessoas apontou como causas do efeito/problema em questão.

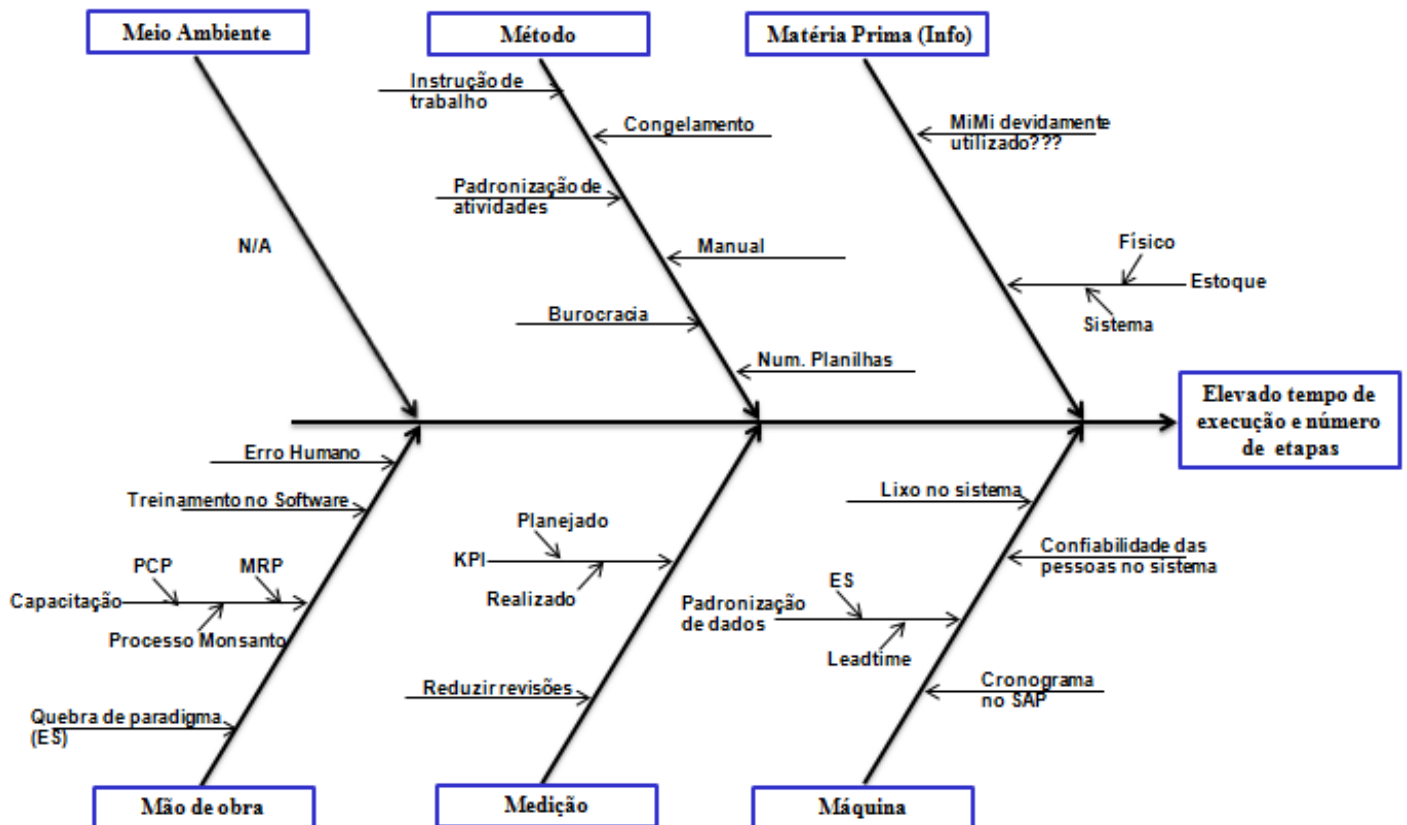


Figura 5: Diagrama de Ishikawa após Brainstorming

As causas apresentadas no Diagrama da Figura 5 foram colocadas em uma matriz de priorização para que fossem definidas, em ordem de prioridade, quais ações seriam viáveis e mereceriam ser tomadas.

Os critérios de priorização foram sugeridos pela empresa em que o trabalho foi desenvolvido e são mostrados nas Figuras 6 e 7.

Impacto no Problema "Y"	Alto Impacto	1 ^o	2 ^o	3 ^o
	Médio Impacto	2 ^o	3 ^o	4 ^o
	Baixo Impacto	3 ^o	4 ^o	5 ^o
		Baixo	Médio	Alto
Esforço para resolver o "X"				

Figura 6: Critérios de impacto e esforço

Critérios	
1	Baixa importância
3	Baixa/Média importância
5	Média importância
7	Média/Alta importância
9	Alta importância

Figura 7: Pesos atribuídos

A empresa possui um material bastante sólido para auxiliar no desenvolvimento de projetos LSS, bem como ferramentas. Uma delas é uma planilha de Excel que permite que seja feito um cálculo com a finalidade de construir a matriz de priorização. Esta ferramenta é mostrada na Figura 8 abaixo.

Ações	6Ms	TÓPICO	Impacto	Praticabilidade	Resultado	Priorização	Responsável
1) Reduzir a Burocracia	MÉTODO	Burocracia	9	1	9	5ª	Supply (PCP, Compras, Log)
2) Reduzir o número de planilhas utilizadas no processo.	MÉTODO	Alto número de planilhas e duplicação de informações	9	9	81	1ª	Rafael Alvarenga
3) Reduzir o trabalho manual.	MÉTODO	Automatização	9	9	81	1ª	Rafael Alvarenga
4) Padronizar atividades/etapas.	MÉTODO	Processo amarrado a apenas uma pessoa	7	7	49	2ª	Alvarenga/Migoto
5) Congelar data de calendarização antes de enviar pedido	MÉTODO	Redução do número de revisões	7	5	35	3ª	Alvarenga/Migoto/Juliana
6) Criar uma IT para o processo de MRP	MÉTODO	Conhecimento do processo por mais de uma pessoa	5	9	45	3ª	Alvarenga/Migoto
7) Verificar melhor as infos de estoque	MATÉRIA-PRIMA	Estoque físico condizente com o do sistema	5	3	15	4ª	Logística (Igor/Serginho)
8) Verificar se o MIMI está sendo devidamente utilizado	MATÉRIA-PRIMA	Infos. Raiz confiáveis	5	3	15	4ª	Juliana (MPS)
9) Quebrar paradigma sobre estoque de segurança	MÃO-DE-OBRA	Utilização adequada do ES	3	3	9	5ª	Migoto/Juliana
10) Criar um programa de integração para funcionários que irão trabalhar com MRP	MÃO-DE-OBRA	Conhecimento	9	1	9	5ª	Liderança
11) Treinar responsável pelo projeto em Excel/SAP	MÃO-DE-OBRA	Soluções de automatização	9	1	9	5ª	Liderança
12) Reduzir falhas humanas	MÃO-DE-OBRA	Automatização	9	7	63	2ª	Rafael Alvarenga
13) Reduzir número de revisões	MEDIÇÃO	Redução do número de revisões	7	5	35	3ª	Alvarenga/Migoto
14) Desenvolver KPI	MEDIÇÃO	Mostrar melhoria devido ao projeto	9	9	81	1ª	Rafael Alvarenga
15) Inserir cronograma no SAP	MÁQUINA	Automatização no SAP	9	1	9	5ª	Alvarenga/IT
16) Padronizar dados de input no SAP	MÁQUINA	Confiabilidade do processo	9	1	9	5ª	Alvarenga/Migoto
17) Assegurar confiabilidade do sistema nas pessoas	MÁQUINA	Mudança nas pessoas	7	3	21	4ª	Alvarenga/Palmer

Figura 8: Representação da tabela de cálculos.

Essa ferramenta permite que sejam inseridas as ações (criadas a partir das causas definidas no diagrama de causa-efeito) conforme mostrado na coluna “Ações”. A segunda coluna mostra a qual dos “6Ms” a ação está relacionada. Na coluna “Tópico” é listado qual o problema encontrado no “M” referente à coluna anterior. A próxima coluna (“Impacto”) requer que o responsável pelo projeto avalie, com base no seu conhecimento e no que pôde coletar das experiências das pessoas e de como a empresa trabalha, qual o impacto de se resolver aquele problema. Essa avaliação é realizada com base nos critérios de 1 a 9 mostrados na Figura 6. Na coluna “Praticabilidade” também é dado um peso para a viabilidade e facilidade de se resolver o problema. Dessa forma uma ação considerada com critério 1 representa uma ação difícil de ser executada, e que envolve um esforço muito grande que talvez não possa ser conseguido pelo projetista. Em contra partida, uma ação aqui votada como 9 é uma ação simples e que pode gerar efeitos consideráveis, e que em muitos dos casos pode ser solucionada pelo próprio líder do projeto, sem precisar de ajuda de terceiros. O resultado apresenta a simples multiplicação entre “impacto” e “praticabilidade”, o que por meio de uma fórmula condicional mostra qual a prioridade de cada ação, colorida na cor referente às apresentadas na Figura 5. Por fim, juntamente com os *stakeholders*, são definidos quais os responsáveis por cada uma das ações.

3.2. MEDIÇÃO E ANÁLISE

Essas duas etapas do DMAIC serão abordadas em conjunto pelo fato de em muitos momentos terem se complementado para a construção do trabalho. São etapas que ocorreram de maneira simultânea o que justifica mais uma vez abordá-las em um só tópico.

Aqui o foco foi cronometrar o tempo de processo, quantificar as planilhas utilizadas, contar o número de movimentos e etapas necessários, criar uma VSM e, por meio de análises, mostrar pontos de melhoria.

3.3.1 Cronometrização das etapas do fluxograma

O fluxograma apresentado na Figura 4 tópico 3.1.1, foi utilizado como base para que todo o tempo gasto no processo que corresponde o escopo deste trabalho fosse cronometrado. A Figura 9 mostra novamente o fluxograma, porém agora com o tempo gasto ao lado de cada etapa a que ele corresponde.

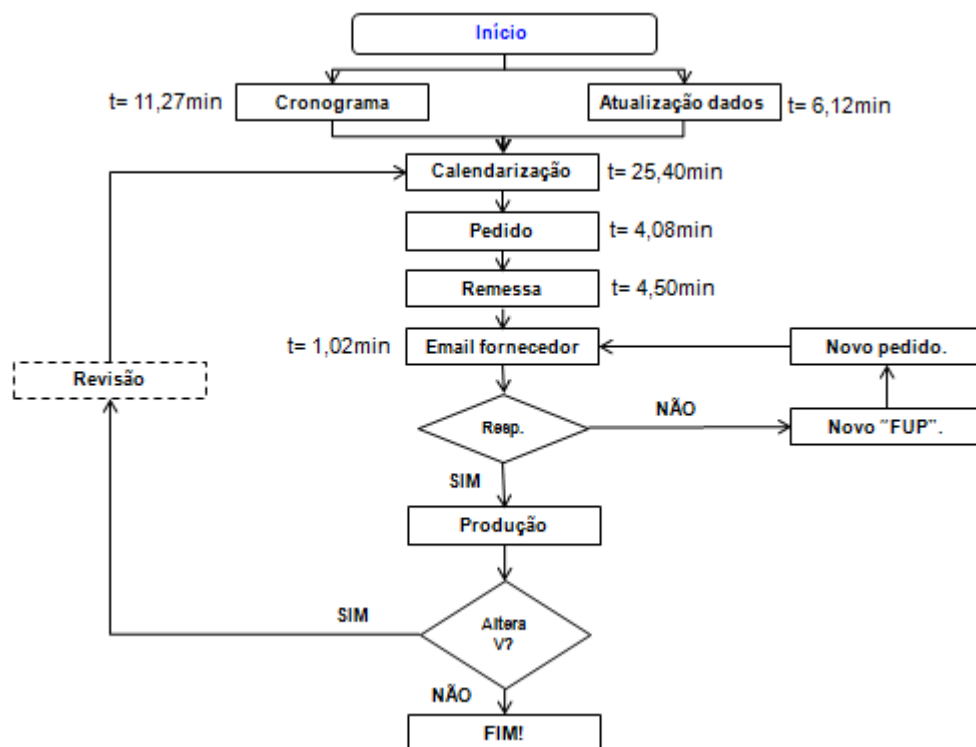


Figura 9: Fluxograma com os tempos cronometrados.

Para essa cronometrização foram considerados os seguintes fatores:

- ⇒ 1 fornecedor;
- ⇒ 1 embalagem;
- ⇒ Embalagem sem componentes (não precisa ser montada pela empresa, já vem pronta);

Com essas premissas chegou-se a um tempo total de 53 minutos e 19 segundos. Considerando o período em que foi feita a medição, existiam na empresa:

- ⇒ 13 fornecedores;
- ⇒ 26 embalagens ao todo;

A partir daí foi possível calcular o tempo aproximado de todo o processo de MRP de embalagens, considerando que as etapas “cronograma” e “atualização de dados” são feitas apenas uma vez, pois, após realizadas, servem de base para a calendarização de cada embalagem.

O cálculo feito foi:

$$53'19'' + 25 * 35'40'' = 56699s$$

56.699 segundos representam 16 horas de processo. Esse é o tempo que deve ser reduzido com a ferramenta desenvolvida e com o auxílio da metodologia LSS.

3.3.2. Medição de movimentos – diagrama de espaguete

O Diagrama de Espaguete é bastante utilizado para desenhar movimentações de operadores, empilhadeiras e carga dentro de um armazém ou mesmo de suprimentos dentro de uma planta.

Essa parte do trabalho representa uma inovação visto que o aluno propôs mostrar, utilizando o Diagrama de Espaguete, uma movimentação de dados que ocorre entre as várias planilhas utilizadas dentro do processo de MRP de embalagens.

Ao todo são utilizadas cinco planilhas, são elas:

- 1- “FUP” mês atual;
- 2- “FUP” mês anterior;
- 3- Cronograma;
- 4- MPS;
- 5- Pedido.

A Figura 10 mostra o Diagrama de Espaguete desenhado com o intuito de mostrar o número de movimentações e as interações que existem entre as planilhas do processo de MRP de embalagens.

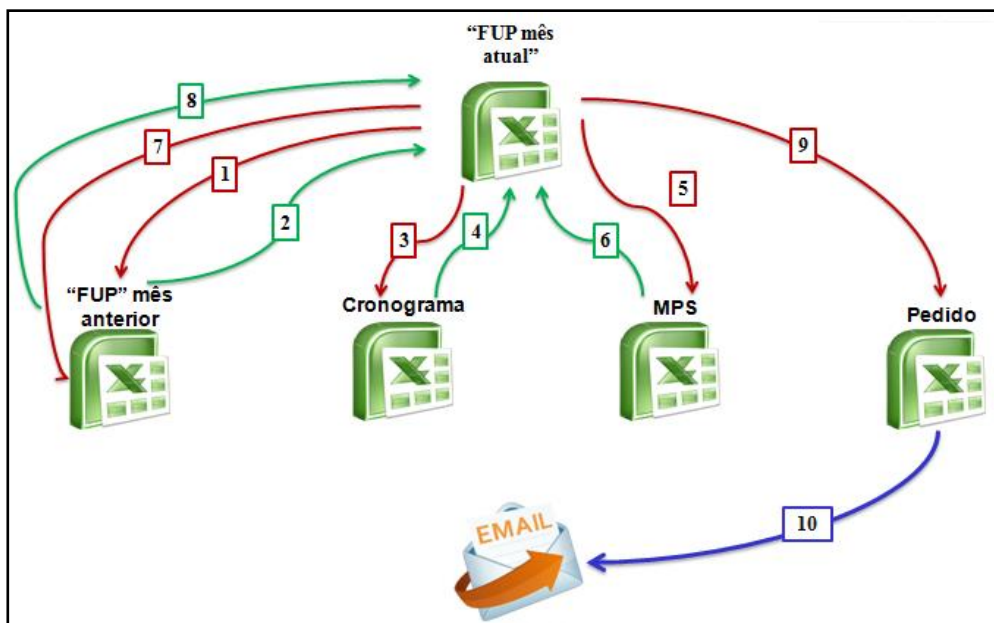


Figura 10: Diagrama de Espaguete

3.3.3. Mapa de fluxo de valor – VSM

Após definido todo o escopo do projeto, as etapas do processo e o tempo gasto para que o mesmo seja realizado, foi possível criar o VSM. O VSM é de grande importância no que diz respeito à forma de apresentar o fluxo de atividades e informações e também para mostrar onde existe a maior probabilidade e oportunidade de melhoria contínua. Após todas as análises detectou-se que essa melhoria, ou *Kaizen*, estaria focada no momento da atualização

do cronograma. A Figura 11 abaixo mostra o VSM criado, considerando desde a fonte de informações (MPS), até o envio de pedidos.

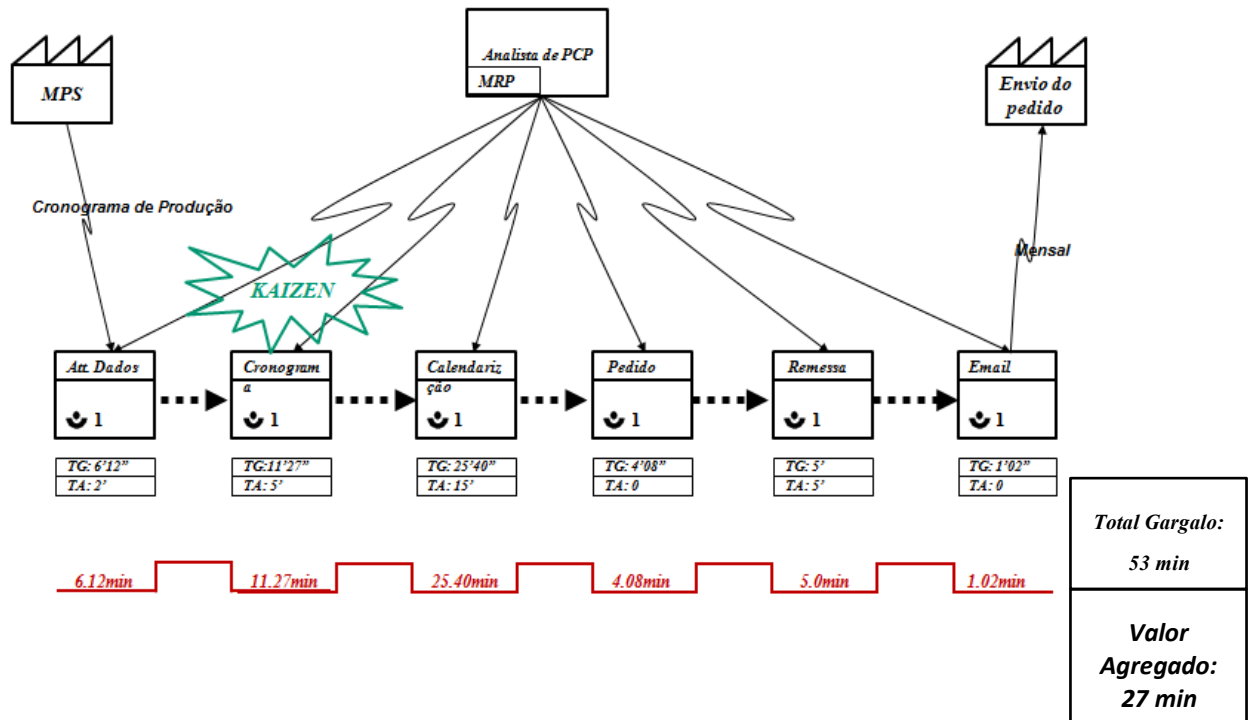


Figura 11: Mapa de fluxo de valor

Após análises e discussões com a equipe, chegou-se a conclusão de que dentro dos 53 minutos de processo, aquele que agrega valor seria apenas 27 minutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo visa apresentar todas as melhorias e formas de controle implementados pelo autor do trabalho na empresa em questão. Dessa forma, serão apresentadas aqui as duas últimas fases do DMAIC (melhoria e controle) e a ferramenta desenvolvida.

Inicialmente será descrita a ferramenta desenvolvida com o intuito de facilitar o planejamento, reduzir o número de etapas que não agregam valor, reduzir o tempo de processo e concatenar todas as informações pertinentes à realização do MRP de embalagens em um só lugar. A ferramenta foi desenvolvida no *Software Excel* da *Microsoft* e é composta de uma planilha com oito “abas”. Cada aba será descrita a seguir para mostrar, no fim como contribuíram para os resultados.

Após apresentada a ferramenta, serão apresentados os resultados numéricos que representaram melhorias significativas para o departamento de PCP.

4.1 MELHORIA

4.1.1. Aba Controle

A Figura 12 mostra o *layout* da aba “Controle”.

MONSANTO		Cronograma	Liquid/Pallet	Dry	Informações					
Hoje 29/08/2013 Mês fiscal Agosto		Dias da semana								
SKU		29/qui	30/sex	31/sáb	01/dom	02/seg	03/ter	04/qua	Status do dia	Recomendação em 7 dias
Liquid/Pallet	Frasco 1l	EI Total	●	●	●	●	●	●	ok	-
		Inventário	●	●	●	●	●	●	ok	-
	Frasco 5l	EI Total	●	●	●	●	●	●	EI>ES, Inv.I < Cons.	-
		Inventário	●	●	●	●	●	●	EI>ES, Inv.I < Cons.	Verificar necessidade
	Bombona 1100/1050	EI Total	●	●	●	●	●	●	EI>ES, Inv.I < Cons.	Verificar necessidade
		Inventário	●	●	●	●	●	●	EI>ES, Inv.I < Cons.	Verificar necessidade
	Caixa ROA 1l	EI Total	●	●	●	●	●	●	ok	-
		Inventário	●	●	●	●	●	●	ok	-
	Caixa ROA 5l	EI Total	●	●	●	●	●	●	ok	-
		Inventário	●	●	●	●	●	●	ok	-
Rót.Bula ROA 1l	EI Total	●	●	●	●	●	●	ok	-	
	Inventário	●	●	●	●	●	●	ok	-	
Rót.Bula ROA 5l	EI Total	●	●	●	●	●	●	ok	-	
	Inventário	●	●	●	●	●	●	ok	-	
Rót.Bula ROA 20l	EI Total	●	●	●	●	●	●	EI>ES, Inv.I < Cons.	-	
	Inventário	●	●	●	●	●	●	EI>ES, Inv.I < Cons.	-	
Rót. Bul RT	EI Total	●	●	●	●	●	●	ok	-	
	Inventário	●	●	●	●	●	●	ok	-	

Figure 12: Aba Controle

Essa é a principal tela da planilha, sendo a primeira coisa que o analista observa ao abrir a ferramenta. Aqui se tem uma visão geral de como está o *status* de cada embalagem na progressão de uma semana, sendo que as datas são atualizadas automaticamente quando ocorre o acesso. No exemplo da Figura 12 o acesso foi feito no dia vinte e nove de agosto de dois mil e treze, e mostra como está o *status* até o dia quatro de setembro de dois mil e treze. Isso garante que o analista tenha uma visão do que está acontecendo no dia em que a planilha foi acessada e também do que ocorrerá no prazo de uma semana. As duas últimas colunas (“*Status* do dia” e “Recomendação em 7 dias”) apresentam a situação em tempo real no que se refere a embalagens dentro da planta e a uma recomendação de ação para daqui sete dias, respectivamente.

O MRP de embalagens garante o suprimento de duas principais linhas de produção, chamadas de “Liquid” e “Dry”. A coluna “SKU” mostra qual a embalagem considerada, ao lado de qual linha ela pertence (coluna mostrada em azul). Ao se clicar em “Frasco 1l”, por exemplo, a ferramenta direciona para um cronograma que mostra a situação completa desta embalagem.

Por fim, ainda nessa aba, existem alguns botões de navegação (Figura 13) para facilitar o acesso às demais abas.



Figura 13: Botões de navegação

4.1.2. Aba Cronograma

A Figura 14 mostra o *layout* da aba “Cronograma”.

Cronograma				Liquid Packaging								
FY	Dia mês	Mês Fiscal	Dia Semana	10515988	10516169	10516213	10580743	10516010	11198646	10516361	10516359	11479213
				ROA 1L	ROA 5L	RT 5L	Ready 5L	ROA 20L	Stinger 20L	RT 20L	TR 20L	Ready 20L
13	31/jul	Agosto	qua	2,9							20,9	
13	01/ago	Agosto	qui								90,6	
13	02/ago	Agosto	sex	3,4							93,7	
13	03/ago	Agosto	sáb								84,9	
13	04/ago	Agosto	dom								88,9	
13	05/ago	Agosto	seg	4,9							81,5	
13	06/ago	Agosto	ter	2,3							84,5	
13	07/ago	Agosto	qua	6,3							85,9	
13	08/ago	Agosto	qui	7,2							78,8	
13	09/ago	Agosto	sex	7,8							98,4	
13	10/ago	Agosto	sáb	0,6							85,9	
13	11/ago	Agosto	dom								75,7	
13	12/ago	Agosto	seg	10,1				33,2				
13	13/ago	Agosto	ter	6,3				63,2				
13	14/ago	Agosto	qua	3,0	3,8			55,5				
13	15/ago	Agosto	qui		4,6			28,7				
13	16/ago	Agosto	sex		15,2			69,7				

Figura 14: Aba Cronograma

Esta aba tem como objetivo “puxar” as informações de uma outra planilha chamada de “Cronograma de produção” (presente na intranet da empresa e com acesso restrito apenas às pessoas do departamento de PCP). Divida em FY (ano fiscal); Dia do mês; Mês fiscal; Dia da semana, esta aba mostra o volume de produção programado para cada dia. É ela que será transformada em informação de quantidade de embalagem necessária para suprir as produções diárias. É importante deixar claro que qualquer alteração de produção efetuada por alguma pessoa na planilha “Cronograma de produção”, altera também os valores aqui presentes. A justificativa da presença dessa aba está vinculada à constante necessidade do analista de MRP de embalagens de criar cenários para avaliar possíveis impactos decorrentes de alguma eventual mudança na programação da produção, ou seja, é necessário existir certa independência em relação à planilha que fornece as informações. Essa aba alimenta as abas Liquid e Dry.

4.1.3. Abas Liquid e Dry

Neste tópico serão apresentadas as funções de duas abas, visto que ambas visam desempenhar a mesma atividade, diferindo apenas nas linhas de produção que abastecem com embalagens. As Figuras 15 e 16 mostram o *layout* dessas abas.

Controle		Cronograma		Liquid/Pallets									
Dry		Informações		Frasco 1l					Frasco 5l				
				10516171		Fornec	10516172		Fornec				
FY	Dia mês	Mês Fiscal	Dia Semana	El Total	Inv. I	Cons.	Receb	El Total	Inv. I	Cons.	Receb		
14	19-Sep	Setembro	Thu	49,620	19,620	0		26,700	13,600	6,923	13,100		
14	20-Sep	Setembro	Fri	49,620	19,620	0		32,877	19,777	6,593			
14	21-Sep	Setembro	Sat	49,620	19,620	0		26,284	13,184	5,635			
14	22-Sep	Setembro	Sun	49,620	19,620	0		20,649	7,549	0			
14	23-Sep	Setembro	Mon	49,620	19,620	0		20,649	7,549	11,270	13,100		
14	24-Sep	Setembro	Tue	49,620	19,620	0		22,479	9,379	11,426	13,100		
14	25-Sep	Setembro	Wed	49,620	19,620	0		24,153	11,053	11,914			
14	26-Sep	Setembro	Thu	49,620	19,620	0		13,800	700	10,304	13,100		
14	27-Sep	Setembro	Fri	49,620	19,620	0		16,596	3,496	10,948	13,100		
14	28-Sep	Setembro	Sat	49,620	19,620	0		18,748	5,648	0			
14	29-Sep	Setembro	Sun	49,620	19,620	0		18,748	5,648	8,533			
14	30-Sep	Setembro	Mon	49,620	19,620	0		10,215	-2,885	7,740	13,100		
14	01-Oct	Outubro	Tue	49,620	19,620	0		15,575	2,475	0			
14	02-Oct	Outubro	Wed	49,620	19,620	0		15,575	2,475	10,489	13,100		
14	03-Oct	Outubro	Thu	49,620	19,620	2,885		18,186	5,086	1,775			
14	04-Oct	Outubro	Fri	46,735	16,735	41,151		16,411	3,311	0			

Figura 15: Aba Liquid/Pallets

Controle		Cronograma		Dry											
Liquid		Informações		Filme WG MON79991						Filme Scout MON79991					
				11988340		Forn 1	Forn 2	Forn 3	11983923		Forn 1	Forn 2	Forn 3		
FY	Dia mês	Mês Fiscal	Dia Semana	El Total	Inv. I	Cons.	Receb	Receb	Receb	El Total	Inv.	Cons.	Receb	Receb	Receb
14	19-Sep	Setembro	Thu	17,224	3,224	792			2,000	3,173	973	0			
14	20-Sep	Setembro	Fri	18,432	4,432	855			2,000	3,173	973	0			
14	21-Sep	Setembro	Sat	19,577	5,577	828				3,173	973	0			
14	22-Sep	Setembro	Sun	18,749	4,749	819				3,173	973	0			
14	23-Sep	Setembro	Mon	17,930	3,930	783			2,000	3,173	973	0			
14	24-Sep	Setembro	Tue	19,147	5,147	748				3,173	973	0			
14	25-Sep	Setembro	Wed	18,399	4,399	810				3,173	973	0			
14	26-Sep	Setembro	Thu	17,589	3,589	846			2,000	3,173	973	0			
14	27-Sep	Setembro	Fri	18,743	4,743	632				3,173	973	0			
14	28-Sep	Setembro	Sat	18,111	4,111	801				3,173	973	0			
14	29-Sep	Setembro	Sun	17,310	3,310	207				3,173	973	561			
14	30-Sep	Setembro	Mon	17,103	3,103	0				2,612	412	739			
14	01-Oct	Outubro	Tue	17,103	3,103	0				1,873	-327	864			
14	02-Oct	Outubro	Wed	17,103	3,103	703				1,009	-1,191	0			
14	03-Oct	Outubro	Thu	16,400	2,400	844				1,009	-1,191	0			

Figura 16: Aba Dry

Nessas abas encontram-se informações sobre o ano fiscal, dia do mês, mês fiscal e dia da semana no que diz respeito ao calendário de produção. Além disso, é mostrado a embalagem (na Figura 15 mostram-se frasco de 1l e frasco de 5l), seu código de SAP correspondente e o fornecedor. Abaixo se encontra o MRP propriamente dito onde é apresentado um sistema de GYR light (*green, yellow and red light*) que procura de uma forma mais visual, facilitar o planejamento e evitar erros. Nessas abas é permitido ao planejador apenas alterar as colunas correspondentes ao planejamento dos recebimentos de cada embalagem (Receb). Para evitar qualquer erro correspondente a alguma alteração de fórmula inadequada (a fórmula presente em Inv. I, por exemplo), foi implantado um dispositivo à prova de falhas (*poka yoke*) que funciona bloqueando algumas células que não devem ser alteradas e, quando se tenta alterá-las, uma mensagem de erro aparece. Caso essa mudança seja necessária é possível entrar com um código pré-definido e realizá-la.

Abaixo as informações dentro do MRP:

⇒ EI Total: Estoque inicial total. Diz respeito ao estoque total que amanhece na planta já considerando o estoque de segurança. Essa informação precisa ser alterada a cada quinze dias (a linha verde correspondente ao dia 19 de setembro mostrada nas Figuras 15 e 16 representa um dia em que o estoque inicial foi alterado manualmente), quando é realizada uma contagem de inventário física para verificar se os dados que estão no sistema correspondem com a realidade da planta. A fórmula predominante aqui considera o estoque inicial total do dia anterior, subtraído do consumo e somado aos recebimentos do dia anterior. A fórmula e o significado das letras são:

$$EI_n = EI_{n-1} - C_{n-1} + R_{n-1}$$

Sendo:

- EI: Estoque inicial;
- C: Consumo;
- R: Recebimento de embalagem;
- N: Dia considerado.

⇒ Inv. I: Inventário inicial: Diz respeito ao quanto há em estoque além do estoque de segurança. Dessa forma, um valor negativo significa que o estoque de segurança está sendo consumido, enquanto que um valor positivo garante que o que temos nos armazéns pode ser usado sem afetar o ES. A fórmula aqui presente é a subtração do Estoque inicial do total do dia considerado pelo valor considerado para Estoque de Segurança. A fórmula é:

$$In = EIn - ES$$

Onde:

- I: Inventário;
- EI: Estoque inicial;
- ES: Estoque de segurança;
- N: Dia considerado.

⇒ Cons.: Consumo. “Puxa” a informação da aba cronograma e transforma em consumo de embalagem. Mostra a real necessidade de consumo de embalagem para aquele dia.

⇒ Receb.: Recebimento. Diz respeito ao planejamento de recebimento de embalagem do fornecedor.

Além disso, o GYR *light system* aqui opera com base na comparação de Inv. Inicial e consumo. Dessa forma temos as seguintes situações mostradas na Figura 17:

El Total		Inv. I	Cons.
28.198	●	8.198	6.546
23.368	●	3.368	7.975
15.076	●	-4.924	12.096

Figura 17: GYR

“Sinal” verde: Inventário inicial é maior que o consumo

“Sinal” amarelo: Inventário inicial é menor que o consumo, porém é maior que zero, acarretando em um não consumo do estoque de segurança.

“Sinal” vermelho: Inventário inicial é menor que o consumo e menor que zero. Isso significa que o estoque de segurança está sendo consumido.

4.1.4. Aba Informações

Essa aba reúne todas as informações que norteiam o MRP de embalagens. Aqui podem ser encontradas informações de capacidade da planta para cada SKU (*Stock Keeping Unit*), estoque de segurança de cada SKU, informações de fornecedores (o que fornecem, mix, lead time, transit time, capacidade, etc.)

Daqui saem dados para cálculos de EI, Inv. Inicial, etc.

É de extrema importância que esses dados sejam constantemente revisados e atualizados, caso contrário o planejamento não irá condizer com o que realmente deve ser planejado. As Figuras 18 e 19 mostram as principais tabelas presentes na aba Informações.

Controle		Cronograma		Liquid/Pallet		Dry	
Bottleneck Capacity							
<i>Liquid</i>							
SKU	SAP Code	Kreg/shift	3 shift	l/min	l/shift		
Original 1 L	10580741	6,0	18,0	66	25740		
Original 5 L	10580742	15,0	45,0	165	64350		
Original 20 L	10580743	23,0	69,0	240	93600		
Transorb 5L	10515961	17,0	51,0	150	58500		
Transorb 20 L	10516360	25,0	75,0	200	78000		
Transorb R 20L	10599189	28,3	84,9	240	93600		
Ready 05 L	10515978	17,0	51,0	150	58500		
Ready 20 L	10516359	25,0	75,0	200	78000		
Stinger 20 L	10584387	23,0	69,0	240	93600		
<i>Dry</i>							
Formulação	SKU	SAP Code	Kreg/day	Obs			
MON 79991	WG MON 79991 5kg	11987585	80,0	-			
	Scout MON79991 5kg	11987586	80,0				
	Direct MON 79991 5kg	11987587	80,0				
	Radar WG MON 79991 5kg	11983926	?				
	RMAX ARG 5KG	10516143	53,2	Quando há produção de caixinha e big bag, então			
	MON14420500KG	10516210	56,0				
	MON14420500KG07	10516187	56,0				
	MON144201200KG	10515989	56,0				
	R747SG010KG-C	10516082	8,0				

Figura 18: Aba Informações – Capacidades da planta.

Safety Stock							
Embalagem	Capacidade na planta	Consumo máx	Consumo médio do mês (jun)	ES	ES Safra	Valor assumido	Média
Frasco 1l	100	64	20	30	100	21	42
Frasco 5l	300	11	9	13	30	10	10
Bombona 20l	320	14	10	30	100	11	12
Caixa Original 1l		5	2	5	10	2	3.5
Caixa Original 5l		5	4	10		4	4.5
Caixa Ready 5l				2			
Caixa Transorb 5l				2			
Rótulo Original 1l		64	20	68	133	21	42
Rótulo Original 5l		11	9	35	59	10	10
Rótulo Original 20l		15	11	70	140	11	13
Rótulo Transorb 5l		10		15			10
Rótulo Transorb 20l		11	7	80	40	8	9
Rótulo Transorb R 20l		14	10	70	140	11	12
Rótulo Ready 5l				5			
Rótulo Ready 20l				15			
Rótulo Ready Corn 20l				80			
Rótulo Stinger 20l				80			
Tampa		64	22	100	156	22	43

Figura 19: Aba Informações – Estoques de segurança.

4.1.5. Aba Base de Cálculos

A função desta aba é apresentar o que é necessário e em qual quantidade para se produzir cada produto acabado (SKU), trabalhando com o conceito de Bill of Material (BOM). A coluna FC apresenta um fator de correção que deve ser multiplicado pelo consumo do dia (presente na aba cronograma) para gerar os resultados de consumo de cada embalagem nas abas “*Liquid*” e “*Dry*”. O layout da tabela presente nessa aba é mostrado na Figura 20 abaixo:

SKU	BOM	Unidades de conversão		Volume/ Pallet	quantidade que cabe no pallet	FC	lógica FC	Sugestão FC
RO 11	Frasquinho	3,785	1000	720	722	3795,514		
	Caixa	3,785	1000	720	60	315,4167		
	Rótulo	3,785	1000	720	724	3806,028		
	Tampa	3,785	1000	720	722	3795,514		
	Pallet Unificado	3,785	1000	720	1	5,256944		
RO 51	Frasquinho	3,785	1000	800	161	761,7313		
	Caixa	3,785	1000	720	60	315,4167		
	Rótulo	3,785	1000	800	164	775,925		
	Tampa	3,785	1000	800	163	771,1938		
	Pallet Unificado	3,785	1000	800	1	4,73125		
RO 201	Bombona 1050	3,785	1000	960	48	189,25		
	Strech Filme	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
	Tampa	3,785	1000	960	49	193,1927		
	Rótulo	3,785	1000	960	49	193,1927		
	Pallet Unificado	3,785	1000	960	1	3,942708		

Figura 20: Aba Base de Cálculos.

4.1.6. Abas “pivot liquid” e “pivot dry”

As abas “Liquid” e “Dry” foram construídas de modo a possibilitarem a criação de duas novas abas compostas por tabelas dinâmicas (uma para a primeira e a outra para a segunda).

A Figura 21 mostra um exemplo simples de como as tabelas dinâmicas podem apresentar os resultados das mais variadas análises desejadas.

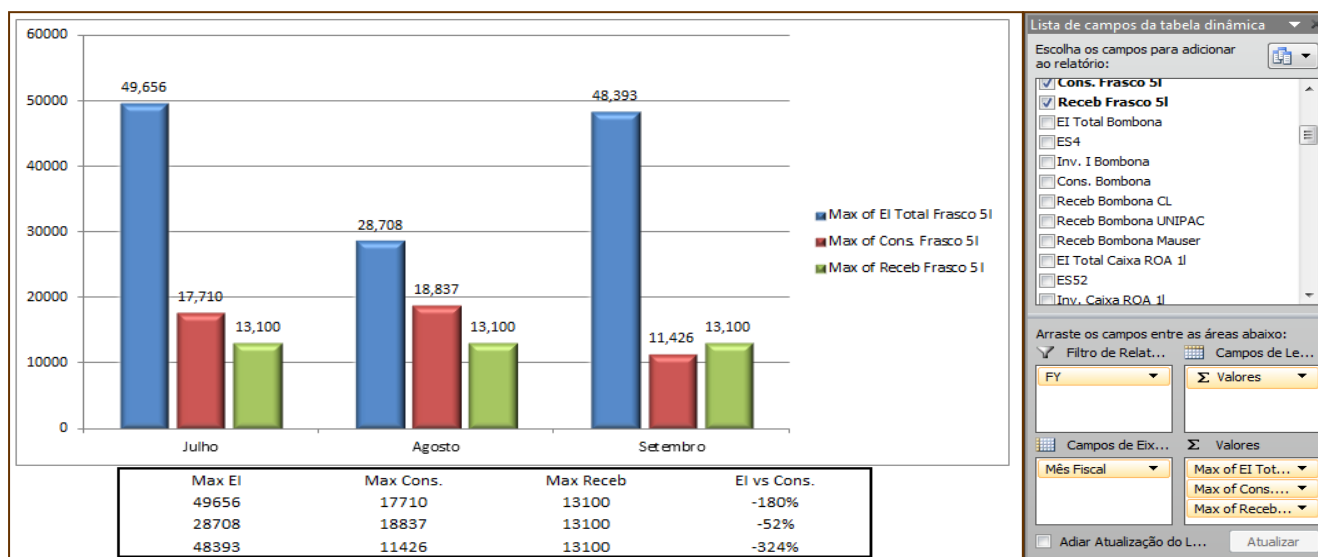


Figura 21: Exemplo de informações da tabela dinâmica

As tabelas dinâmicas permitem uma análise concreta de uma grande base de dados. Como uma das melhorias era reduzir o número de planilhas, mas manter um histórico de toda a produção em todos os anos, foi um cenário perfeito para que essas tabelas fossem criadas. Estes foram os pretextos para que as abas onde o MRP de embalagem é feito fossem montadas para formar uma base de dados.

É ainda importante ressaltar que com essa base de dados é possível fazer análises poderosas e, além disso, criar cenários que podem servir de *inputs* para se calcular, por exemplo, um nível adequado de estoque de segurança para a planta, considerando *Lead Time* dos fornecedores e também desvios padrões de consumo.

Na Figura 21 é mostrado de forma gráfica uma das possíveis análises que se pode fazer com essa ferramenta. Nela são apresentados nos meses de julho, agosto e setembro, uma comparação entre o maior valor que se teve de estoque inicial na planta no respectivo mês com o dia de maior consumo e ainda o dia em que se teve o maior recebimento de frasco de cinco litros. Com análises desse tipo é possível tomar algumas decisões importantes, como reduzir o estoque de segurança, desenvolver fornecedores, etc.

4.1.7. Consolidação dos resultados obtidos

Aqui serão apresentados tudo o que representou ganho para o departamento de PCP e principalmente para as pessoas envolvidas com o MRP de embalagens da empresa em questão. Para isso, os fluxogramas e diagramas apresentados no Capítulo 3, serão comparados com o estado que ficaram após a implementação da ferramenta.

A primeira melhoria observada foi no tempo de processo que antes, como apresentado anteriormente, era de 53 minutos e, agora, é de apenas 18 minutos (ver Figuras 22 e 23). Essa melhoria se deu principalmente pela eliminação das etapas “Cronograma” e “Atualização de dados”, que despendiam tempo elevado. Além disso, a fase calendarização também foi melhorada e passou a ser realizada num menor tempo.

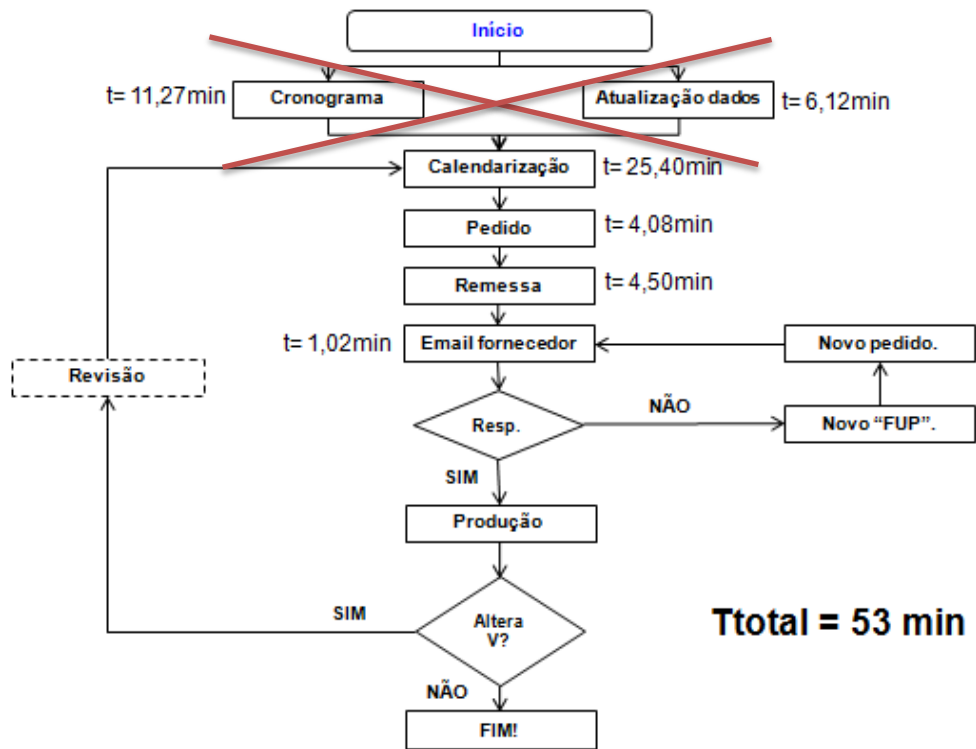


Figura 22: Fluxograma antes

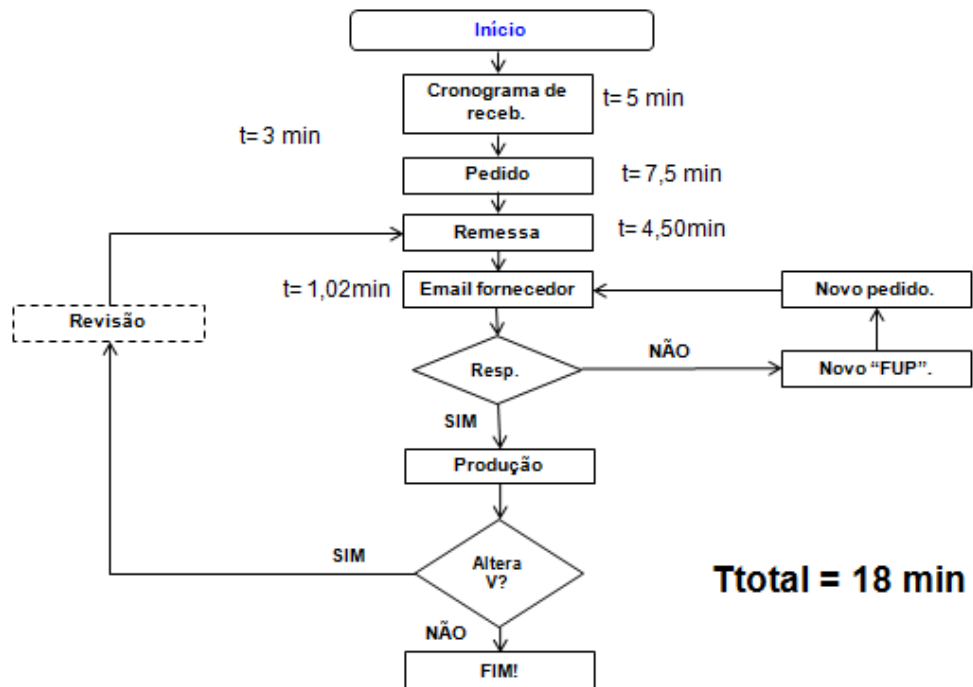


Figura 23: Fluxograma depois

Utilizando o mesmo raciocínio bem como o mesmo número de fornecedores e embalagens considerados no tópico 3.3.1 do Capítulo 3, conclui-se que todo o tempo de processo foi reduzido de 16 para menos de 4 horas.

As próximas melhorias serão mostradas na redução apresentada no mesmo diagrama, são elas a de número de planilhas utilizadas e número de movimentações entre elas. As Figuras 24 e 25 mostram, respectivamente, como era o Diagrama de Espaguete antes e depois da ferramenta.

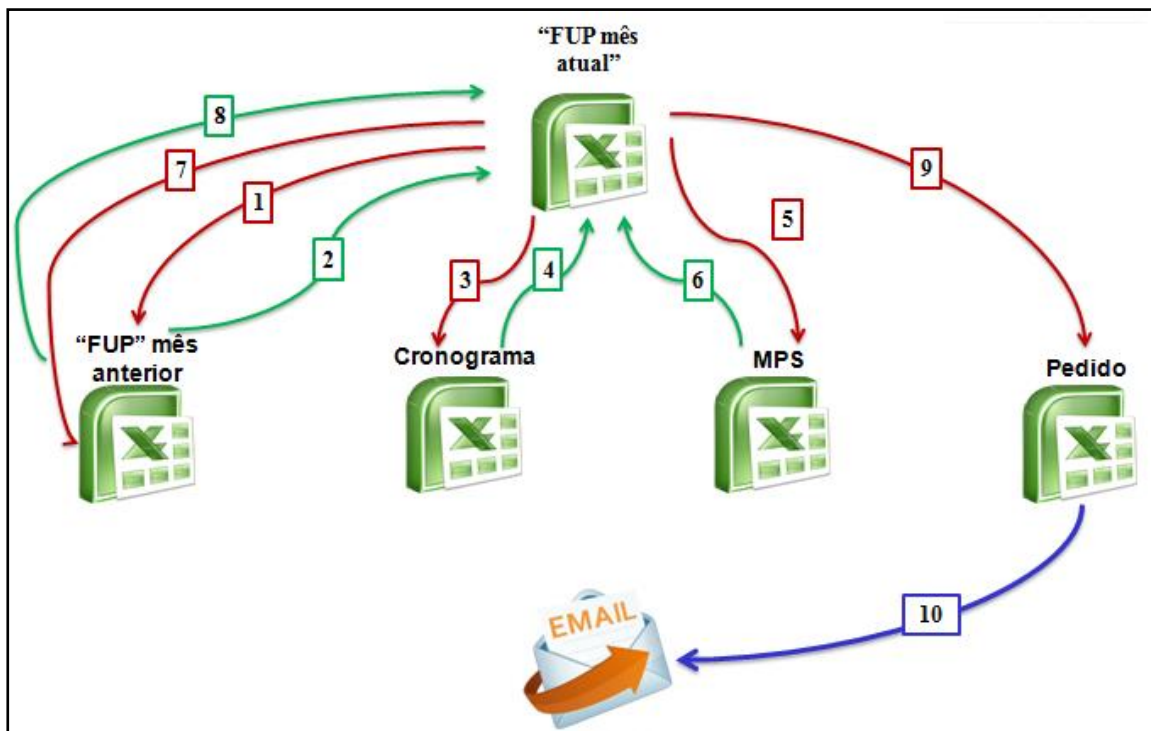


Figura 24: Espaguete antes

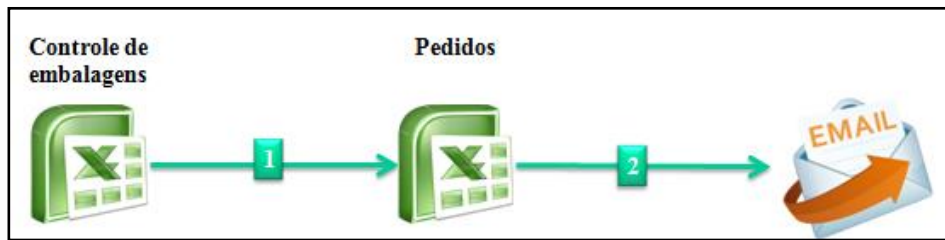


Figura 25: Espaguete depois

O número inicial era de cinco planilhas utilizadas e dez movimentações entre elas. Depois da melhoria o número de planilhas foi reduzido para apenas duas e apenas duas movimentações. Além disso, antes era feita uma planilha de MRP de embalagens para cada mês de cada ano fiscal considerado. Como exemplo, considerando dois anos fiscais, antes eram necessárias no mínimo 24 planilhas de MRP de embalagens, o que ocupa uma memória de aproximadamente 20MB no sistema. Hoje os dados destes dois anos fiscais são armazenados em apenas uma planilha que ocupa apenas 1,5MB de memória no sistema.

Apenas para ilustrar como ficou o processo de MRP de embalagens, serão mostrados nas Figuras 26 e 27 os VSM de antes e depois.

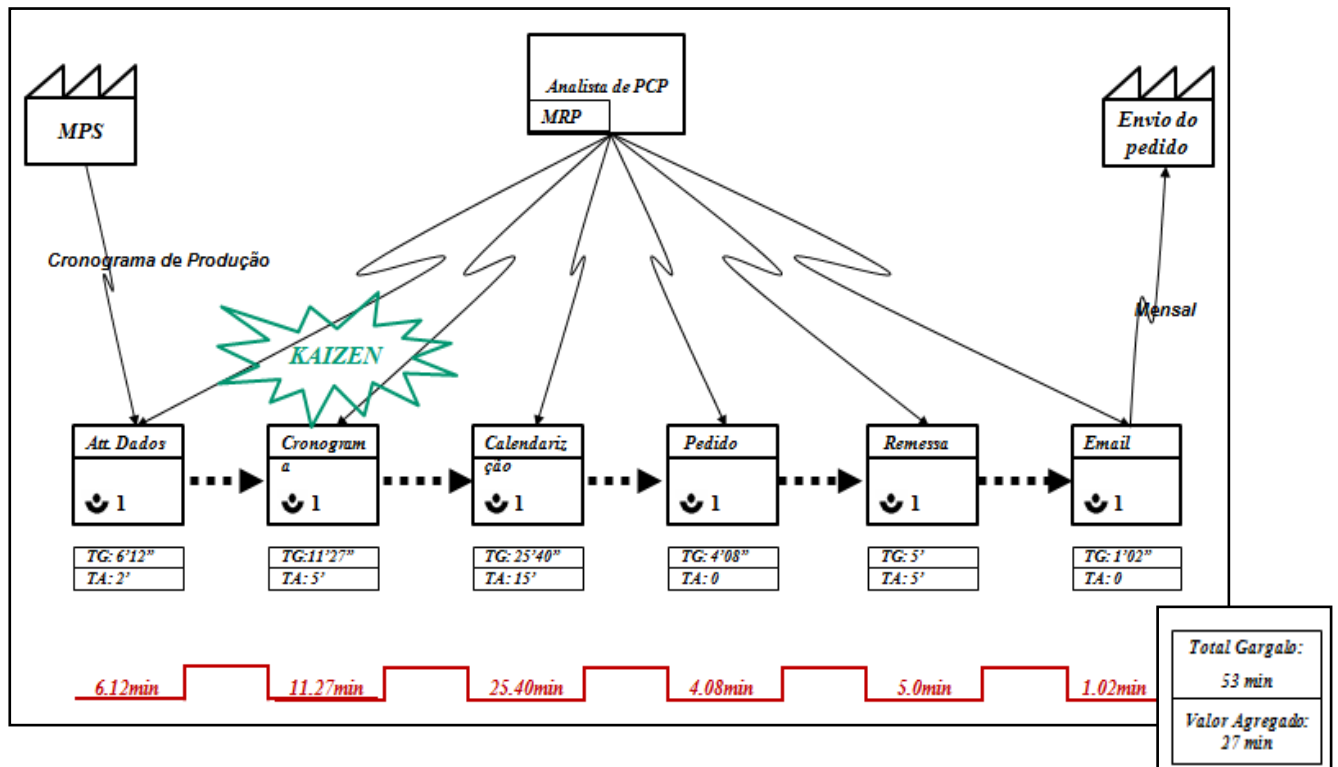


Figura 26: VSM antes

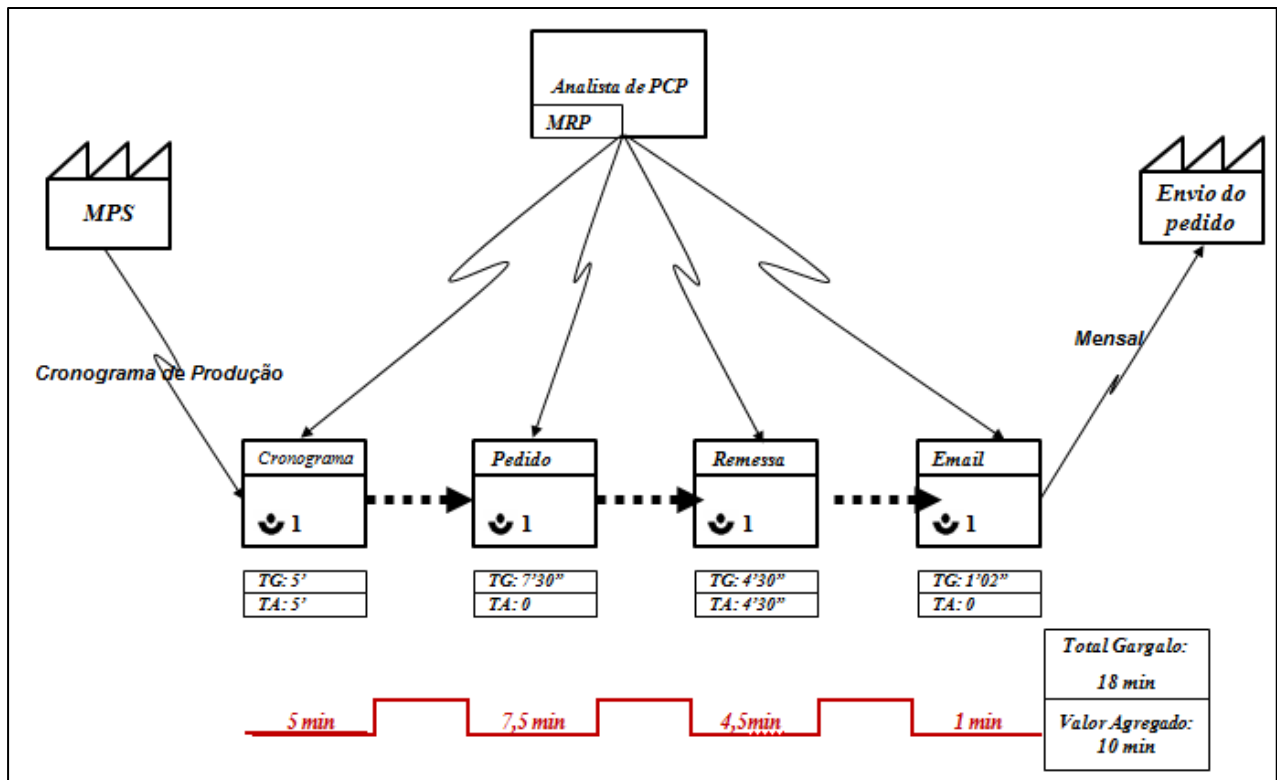


Figura 27: VSM depois

Este tópico será encerrado com a apresentação de gráficos que resumem todas as melhorias atingidas e que puderam ser medidas. A Figura 28 apresenta o gráfico do que foi reduzido em relação à memória utilizada. Houve uma redução de 92,5% da memória utilizada, de 20MB para 1,5MB considerando dois anos fiscais.

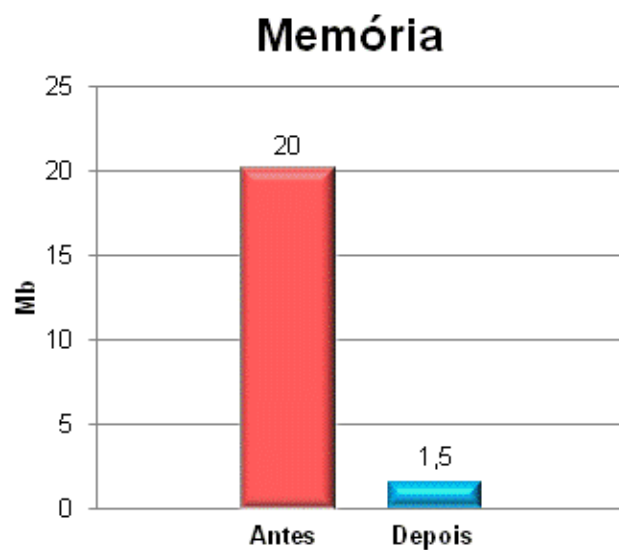


Figura 28: Redução de memória utilizada

A Figura 29 mostra o gráfico da redução do número de planilhas de cinco para duas, o que representa um percentual de 60% de redução.

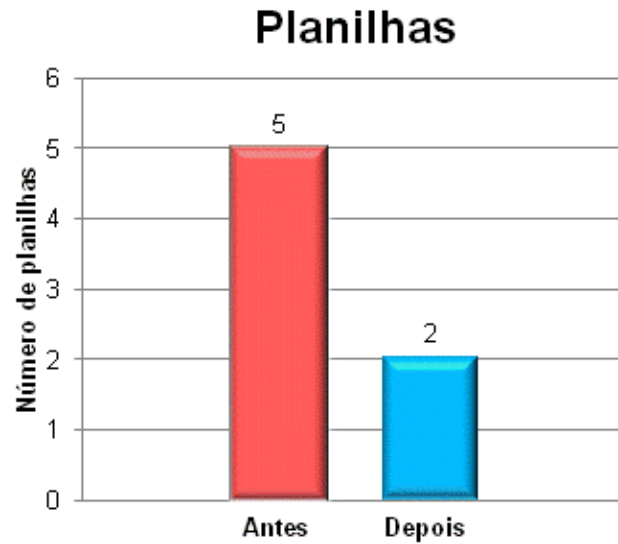


Figura 29: Redução no número de planilhas.

A Figura 30 mostra o gráfico da redução do número de movimentações de dez para duas, o que representa um percentual de 80% de redução.

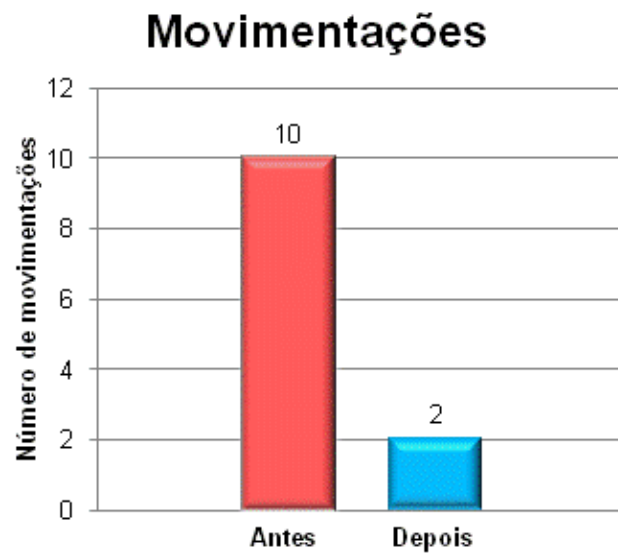


Figura 30: Redução no número de movimentações.

A Figura 31 mostra o gráfico da redução do tempo de processo que caiu de 16 horas (considerando todos os fornecedores e todas as embalagens) para aproximadamente quatro horas. Isso representou uma redução de 75% do tempo de realização do MRP de embalagem num mês. O grande ganho aqui também está na redução do tempo de trabalho do planejador já que o que antes demandava quase dois dias de trabalho, agora é feito em apenas uma manhã, permitindo que o mesmo dedique seu tempo a outras atividades.

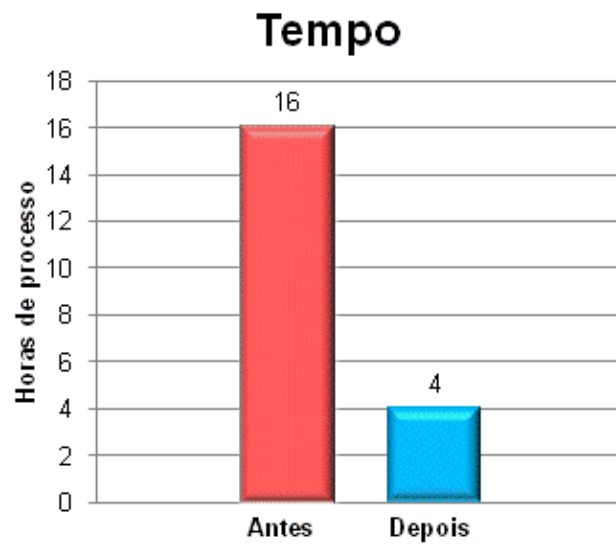


Figura 31: Redução de tempo.

4.2. CONTROLE

A fase de controle tem como objetivo garantir que a melhoria adquirida e a ferramenta implementada continuem a apresentar bons resultados e, no caso da ferramenta, funcionar da maneira adequada. Para garantir isso, primeiramente foi escrito um manual de utilização da nova planilha de MRP de embalagens. Neste manual está presente uma descrição detalhada de toda a planilha e o significado de cada símbolo e componente nela presentes. Além disso, estão descritos também explicações de como as funções, fórmulas e formatações do *Excel* funcionam e devem ser alteradas em casos de necessidade de mudanças. O manual é importante para que caso o planejador responsável pelo MRP de embalagens precise ser substituído, outras pessoas possam ler e entender o funcionamento da ferramenta.

Outra parte relacionada ao controle foi a parte de treinamentos dados tanto para a principal pessoa a usar a planilha quanto para aquelas que eventualmente necessitariam utilizá-la. Esses treinamentos contaram com o apoio e entendimento de todo o time de que a melhoria realmente apresentava ganhos para suas funções e também para o departamento de PCP.

4.3. RECOMENDAÇÕES

Este tópico tem como objetivo apresentar recomendações genéricas para as empresas e também para a comunidade científica.

Para as empresas vale destacar a importância de conhecer seus processos, saber de uma forma clara quais são os recursos disponíveis, identificar o potencial de cada pessoa que forma a equipe, montar equipes multidisciplinares e treiná-las frequentemente, criar procedimentos para os processos e atividades para que as tarefas não fiquem perdidas e também restritas a uma só pessoa.

Para a comunidade científica, fica clara a importância de se aplicar conceitos de Engenharia de Produção em ambientes administrativos, bem como metodologias que auxiliem na otimização de processos e atividades. No presente trabalho foi utilizada principalmente a metodologia LSS, mostrando que esta não deve ficar restrita a ambientes operacionais.

5. CONCLUSÕES

O sucesso de uma empresa depende do entendimento que a mesma tem dos seus processos, pessoas, fornecedores, máquinas, capacidade de produção e estoque, entre outros. Isso exige principalmente que a mesma possua um departamento de planejamento e controle da produção bem estruturado e que trabalhe com dados confiáveis, que possam ser transmitidos a todos *stakeholders*. É imprescindível a este departamento além de garantir o funcionamento do dia a dia da fábrica, ser capaz de apresentar cenários futuros, fazendo projeções, para que todos possam trabalhar falando uma mesma linguagem.

A ferramenta de planejamento de MRP de embalagens desenvolvida neste trabalho teve como objetivo tornar as tomadas de decisões mais simples e claras, além de tornar o acesso a todas as informações necessárias ao planejamento mais fácil por estarem armazenadas em um mesmo local dentro da planilha. A automatização permitiu redução no número de planilhas e conseqüentemente nas movimentações entre elas, redução no número de etapas do processo e, principalmente, no tempo em que era necessário para realizar o planejamento dentro do que foi considerado escopo deste trabalho. É importante ressaltar ainda que a ferramenta possibilita ao analista criar vários cenários para prever situações que poderiam acarretar, por exemplo, em uma parada na linha.

Foi desenvolvido também um indicador utilizando tabelas dinâmicas que permite combinar variadas informações como: consumo por mês, dia ou até por ano de determinado produto; comparação entre consumo e recebimentos de embalagens diferentes; meses de picos de produção; comparação entre o consumo máximo em relação ao estoque inicial máximo em determinado período. Além disso, esse indicador permite a realização de cálculos importantes para a companhia, como por exemplo, um nível adequado de estoque de segurança (fator que gera um dos desperdícios considerados na metodologia LSS).

Tudo foi criado considerando as limitações do *software Microsoft Excel*, sendo que algumas simplificações foram necessárias. Nada disso alterou os resultados esperados, visto que a escolha do software se deu inicialmente por ser um recurso já disponibilizado pela companhia e pelo fato de os planejadores já possuírem certa familiaridade com o mesmo.

A metodologia LSS foi de extrema valia principalmente pela sequência que sugere para a realização do trabalho. Seguir o DMAIC foi fator imprescindível para que o cronograma inicial fosse cumprido. As fases de definição, medição e análise permitiram em conjunto

mapear todo o processo e apontar quais seriam os pontos principais de melhoria a serem aplicadas. Com tudo isso bem elaborado foi possível desenvolver a ferramenta de uma forma precisa e sem perder tempo considerando fatores que poderiam não agregar valor aos resultados esperados para este trabalho. Aqui vale ressaltar que o apoio dado pela empresa, disponibilizando um mentor GB e também um material consolidado de LSS, contribuiu de forma expressiva para o atingimento dos resultados.

Os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados, visto que: houve toda a descrição do problema, com a posterior implementação da ferramenta utilizando o *software Microsoft Excel*. Por fim foi criado um procedimento, por meio do desenvolvimento de um manual, que garante que a ferramenta não fique restrita à utilização de apenas uma pessoa, além de facilitar treinamento de como utilizá-la.

Hoje a ferramenta desenvolvida é a ferramenta utilizada para realizar o MRP de embalagens do departamento de PCP da empresa em questão. Isso mostra que o objetivo principal de auxiliar de forma simples, visual e automatizada, a tomada de decisão e ainda de possibilitar fácil acesso às informações pertinentes ao processo foi atingido.

Como trabalhos futuros propõe-se a utilização da lógica e referencial teórico utilizados nesse trabalho. Deve-se considerar que este trabalho apresenta limitações pelo fato de ter sido realizado em apenas uma empresa, sendo que o conteúdo aqui apresentado pode não ser aplicável a outras empresas. Para a comunidade científica chama-se a atenção para a importância de um referencial teórico consolidado que, se bem estudado e seguido, permite a realização de trabalhos com bons resultados e que atinjam os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. C. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da teoria das restrições e o mapeamento do fluxo de valor.** p.143 – Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/sites/default/files/teses_artigos/Dissertacao_Cesar_Araujo.pdf>. Acesso em: 18/10/2013.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção.** 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2009.

FERNANDES, S. T.; MARINS, F. A. S. **Aplicação do Lean Six Sigma na logística de transporte.** Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.12, n. 2, p. 297-327, abr./jun. 2012. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/763/907>>. Acesso em: 28/09/2013.

FERREIRA, R. G. P. **Implementação e análise da ferramenta da qualidade assegurada “help line” de uma indústria automobilística,** DECA-UNITAU, Taubaté, 2003.

FORTES, D. C.; HERMOSILLA, J. L. G.; SILVA, E. C. C **Aplicação do conceito seis sigma através do método DMAIC: o caso de uma oficina de manutenção aeronáutica** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXII, 2012, Bento Gonçalves – RS. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STP_157_913_19779.pdf>. Acesso em: 29/09/2013.

FREIRES, F. G. M.; MARINHO, S. V.; WALTER, F. **Canais de distribuição da manga e da uva de mesa produzidas no vale do São Francisco: uma análise comparativa.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXII, 2012, Bento Gonçalves – RS. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_157_915_19607.pdf>. Acesso em: 03/09/2013.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** 8ª Edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção.** In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. **Produção e competitividade: aplicações e inovações.** Recife: UFPE, 2000. 31-59.

GIANESI, I. G. N.; CAON, M.; CORRÊA, H. L. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRPII/ERP: Conceitos, uso e implantação**. 5ª. Edição. São Paulo: Atlas, 2007.

GREWAL, C.S. **An initiative to implement lean manufacturing using value stream mapping**. 3/4ª Edição. International Journal of Manufacturing Technology and Management, 2008. pp. 404-417. Vol. 15. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/>> Acesso em: 20/08/2013.

HA, S. M.. **Continuous processes can be lean**. Manufacturing Engineering, v.138, n.6, p.103-109, Jun. 2007.

LEAL, A. A.; MAIA, M. C. S.; MEDEIROS, D. D.; JUNIOR, E. S. **A qualidade como diferencial competitivo: uma proposta para a indústria de embalagens plásticas de alimentos do recife**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXI, 2011, Belo Horizonte – MG. Disponível em : < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_136_863_18962.pdf> Acesso em: 18/10/2013.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2006.

MATA-LIMA, H. **Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas**. Apointamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal), 2007.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. Produção, v.22, n. 1, p.1-13, jan/fev. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v22n1/aop_t6_0010_0155>.pdf. Acesso em 25/09/2013.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1ª Edição. São Paulo: Artliber, 2006.

MONTGOMERY, D. C.. **A Modern framework for achievement enterprise excellence**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 1, n. 1, p. 56-65, 2010

MOREIRA, B. B.; SILVA, M. G.; WANZELER, M. S.; FERREIRA, L. M. L. **Aplicações de técnicas do planejamento e controle da produção em uma indústria de bebidas visando à otimização do atendimento das necessidades de materiais**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXX, 2010, São Carlos – SP. Disponível

em<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_113_740_16383.pdf>.
Acesso em: 03/09/2013. Ok

QUEIROZ, J. A. **Produção enxuta: uma síntese dos aspectos teóricos e práticos.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXI, 2011, Belo Horizonte - MG. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_856_18131.pdf>. Acesso em: 01 de abr. 2013.

SANTOS, J. C. S.; LUCATO, W. C.; JUNIOR, M. V. **Combinando seis sigma e eco-eficiência: um estudo de caso.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXII, 2012, Bento Gonçalves - RS. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2012_TN_STO_165_961_19635.pdf>. Acesso em: 01/10/2013.

SINGH, B.; SHARMA, S. K. (2009), **Value stream mapping a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing industry.** 3ª Edição. Cidade de publicação: Journal of Measuring Business Excellence, 2009. pp. 58-68. Vol. 13. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/search.htm?st1=Value+stream+mapping+a+versatile+to+l+for+lean+implementation%3A+an+Indian+case+study+of+a+manufacturing+industry&ct=all&ec=1&bf=1>> Acesso em: 20/08/2013.

SINGH, H.; SINGH A. **Application of lean manufacturing using value stream mapping in an auto-parts manufacturing unit.** 1ª Edição. Journal of Advances in Management Research, 2013. pp 72-84. Vol. 10. Disponível em: <www.emeraldinsight.com/0972-7981.htm> Acesso em: 25/09/2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2009

SNEE, R. D.. **Lean six sigma – getting better all the time.** International Journal of Lean Six Sigma, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010. Ok

Taylor, D.H. **Value chain analysis: an approach to supply chain improvements in agri-food chains.** 10ª Edição. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2005. pp. 744-761. Vol. 35. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1529533>> Acesso em: 20/08/2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2000.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma – introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema, 2010.