

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

*Lean Seis Sigma Aplicado em Indústria de Beneficiamento
de Café com Foco em Aumento de Produtividade*

Marcelo Augusto dos Santos Miranda

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

Lean Seis Sigma Aplicado em Indústria de Beneficiamento de
Café com Foco em Aumento de Produtividade

Marcelo Augusto dos Santos Miranda

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de Produção,
do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual
de Maringá.

Orientador(a): Prof^(a). Daiane Maria de Genaro
Chirolí

**Maringá - Paraná
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que com muita paciência e dedicação sempre me incentivaram e ensinaram muito.

“A vida é como andar de bicicleta. Para manter seu equilíbrio você deve continuar em movimento.” - Albert Einstein

RESUMO

Em tempos difíceis como os atuais, em que uma crise financeira está implantada em praticamente todo o mundo, as empresas buscam maneiras diversas de se diferenciarem das demais, tanto em aumento de *market share*, criando novos produtos e atingindo novos mercados, ou diminuindo os custos e melhorando processos do negócio, e é nesta última forma de se sobressair sobre a crise que os projetos de melhoria *Lean Seis Sigma* tem espaço, entrando para gerar o diferencial que pode impulsionar uma empresa a ser melhor, satisfazendo os clientes, atendendo à demanda do mercado, aumentando o faturamento e os lucros, diminuindo custos, etc. O setor do café está em um crescimento no Brasil, tanto para o café beneficiado quanto para o torrado e moído, sendo que na empresa em que se realizou o presente trabalho, que realiza o benefício de café em coco, e o rebenefício do café já beneficiado, problemas diversos como falta de procedimentos, incapacidade de atendimento à demanda, processos não mapeados e padronizados, entre outros, acabavam por tornar difícil aproveitar o bom momento do mercado de café no Brasil. Para que melhorias pudessem ser feitas de forma estruturada e com certeza na obtenção de resultados que o projeto de *Lean Seis Sigma* foi desenvolvido, trazendo ganhos quantitativos e qualitativos ao setor, tanto em máquinas, quanto pessoas e em processos.

Palavras-chave: [*Lean*; Seis Sigma; *Lean Seis Sigma*; DMAIC; Melhoria Continua; Beneficiamento de Café; Café]

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
1.1	Justificativa.....	13
1.2	Definição e delimitação do problema.....	14
1.3	Objetivos.....	14
1.3.1	Objetivo geral.....	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	15
1.4	Estrutura do trabalho.....	15
2	Revisão da Bibliografia.....	16
2.1	<i>Lean Manufacturing</i>	16
2.2	Seis Sigma.....	17
2.3	<i>Lean Seis Sigma</i>	18
2.4	DMAIC.....	19
2.5	Mapa Mental.....	20
2.6	SIPOC.....	20
2.7	Mapeamento de Processos.....	21
2.8	Diagrama de Ishikawa.....	22
2.9	FMEA.....	23
2.10	5 Porquês.....	24
2.11	Diagrama de Pareto.....	25
2.12	Capacidade Produtiva e <i>Takt Time</i>	25
2.13	5W2H.....	26
2.14	Análise e Projeto de <i>Layout</i>	26
2.15	<i>Project Charter</i>	27
2.16	Considerações finais do capítulo.....	27
3	Metodologia.....	28
4	Desenvolvimento.....	30
4.1	Caracterização da empresa.....	30
4.2	Complexo do Café – Unidade Maringá.....	30
4.3	Caracterização do processo.....	31
4.3.1	Beneficiamento de Café.....	33
4.3.2	Rebeneficiamento de Café.....	35
4.4	Projeto <i>Lean Seis Sigma</i>	40
4.5	Etapas do DMAIC.....	40

4.5.1	Etapa Definir (<i>Define</i>)	40
4.5.2	Etapa Medir (<i>Measure</i>).....	45
4.5.3	Etapa Analisar (<i>Analise</i>).....	55
4.5.4	Etapa Melhorar (<i>Improve</i>)	61
4.5.5	Etapa Controlar (<i>Control</i>).....	63
4.6	Considerações finais do capítulo	71
5	Conclusão	72
5.1	Contribuições	72
5.2	Dificuldades e Limitações	72
5.3	Trabalhos Futuros	73

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Gráfico de meta de produção 2015 - 2020.....	14
Figura 2 - Figura demonstrando as etapas e suas sub-etapas	20
Figura 3 - Explicação do SIPOC (Fonte: Advance Consultoria)	21
Figura 4 - Exemplo de mapa de processo com divisão em setores/departamentos.....	22
Figura 5 - Exemplo genérico de Diagrama de Ishikawa. Fonte: Portal Administração. 23	
Figura 6 - Demonstrativo do funcionamento do FMEA.....	24
Figura 7 - Exemplo de Gráfico de Pareto. Fonte: QUALYTEAM	25
Figura 8 – Fluxograma do Benefício	32
Figura 9 - Fluxograma do Rebenefício.....	32
Figura 10 - Moega de descarga do café em coco	33
Figura 11 - Catadora de pedras, localizada no subsolo, abaixo da moega.	34
Figura 12 – Sultas	34
Figura 13 – Baianas	35
Figura 14 - Moega de descarga do café beneficiado	36
Figura 15 - Catadora de Pedras	37
Figura 16 - Classificador	38
Figura 17 - Caixas	38
Figura 18 - Sulta	39
Figura 19 – Eletrônicas.....	39
Figura 20 - Project Charter	41
Figura 21 - Mapa Mental	42
Figura 22 - SIPOC da Máquina do Café.....	43
Figura 23 - Listagem de variáveis	44
Figura 45 - Mapa do processo de Beneficiamento de Café.....	46
Figura 46 - Mapa do processo de Rebeneficiamento de Café.....	47
Figura 24 - Mapa de Variáveis	48
Figura 25 - Diagrama de Ishikawa	50
Figura 26 - Matriz de Causa e Efeito.....	52
Figura 27 - Gráfico de Pareto de priorização do FMEA	53
Figura 28 - Capacidades produtivas de todas as máquinas, do Benefício e do Rebenefício.....	54
Figura 29 - Capacidade Produtiva vs <i>Takt Time</i>	54
Figura 30 - Gráfico de Pareto de priorização dos modos de falha de acordo com a nota do RPN	56
Figura 31 - Layout atual do Armazém 26.....	59
Figura 32 - Layout futuro para o Armazém 26.....	60
Figura 33 - Layout com localização de estoque	60
Figura 34 - Resumo das ações de melhoria	63
Figura 35 - Procedimento escrito para a balança.....	64
Figura 36 - Procedimento ilustrado para a balança	65
Figura 37 - Gráficos de controle para o Benefício	66
Figura 38 - Gráficos de controle para o Rebenefício	66
Figura 39 - Gráficos de controle para o Embarque de café.....	66
Figura 40 - Gráficos comparativos de produção e de produtividade em sacas/hora para o Benefício.....	68
Figura 41 - Gráficos comparativos de produção e de produtividade em sacas/hora para o Rebenefício.....	68

Figura 42 - Gráfico de controle do estoque em meses de café	69
Figura 43 - Gráfico de controle da quantidade de sacas de café em estoque, de 2013 a 2016	70
Figura 44 – Análise GRIP da etapa Definir, linha mais próxima ao centro, e da Analisar, linha externa	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modos de Falha priorizados até 35%	57
Tabela 2 - Tabela demonstrando a planilha de 5 Porquês para 4 Modos de Falha	58
Tabela 3 - 5W2H de algumas das ações do projeto.....	62
Tabela 4 - Gerações do projeto.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
SIPOC	<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
RPN	<i>Risk Priority Number</i>
5W2H	<i>What, Why, Where, When, Who, How, How much</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
CTQ	<i>Critical To Quality</i>
YB	<i>Yellow Belt</i>
GB	<i>Green Belt</i>
BB	<i>Black Belt</i>
MBB	<i>Master Black Belt</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>
OS	Ordem de Serviço
PCP	Planejamento e Controle da Produção
D; P; Q	Disponibilidade; Produtividade; Qualidade
PIC	Padrão Interno COCAMAR
CE	Causa - Efeito

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, em que se passa por uma crise econômica de dimensão mundial, as empresas independentemente da área de atuação estão focadas em aumento de produtividade, ou seja, visando diminuir custos ou aumentar a produção com a mesma quantidade de recursos empregados, e a própria produtividade é um problema das empresas no Brasil. Segundo notícia publicada no site da BBC Brasil, 2014, o trabalhador brasileiro produz metade do que se produz nos Estados Unidos, e entre os países latino-americanos o Brasil está na menor média de ganho monetário por hora trabalhada.

Como meio para se trabalhar esse aumento de produtividade existem diversas ferramentas e metodologias que se aplicam, entre elas o *Lean Seis Sigma* (LSS), que visa trabalhar com o *Lean* focando na eliminação dos desperdícios e aumento da velocidade dos processos, e abordar o Seis Sigma com a redução de variabilidade e, conseqüentemente, de defeitos (ABRAHAM, 2007).

Na empresa em que se irá realizar o projeto são trabalhados diversos produtos e existem várias indústrias diferentes nos ramos do varejo e da agroindústria, porém, o Café não deixa de ser um dos mais importantes, constando como uma Adjacência Forte no Planejamento Estratégico da empresa, abaixo somente das indústrias do Core (grãos como milho e soja) em uma escala das que mais contribuem com o faturamento total da empresa. Além da importância do café para a empresa há a importância histórica, pois o café foi por muito tempo a maior riqueza do Brasil e proporcionou um desenvolvimento mais rápido do país, com criação de estradas, cidades, ferrovias, vinda de imigrantes, etc., e ainda hoje a importância do café continua, pois, segundo dados da ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café, 2015) o café brasileiro tem uma participação mundial de 30,1%, sendo o maior produtor global de café há mais de 100 anos, além de uma participação de 7% no agronegócio brasileiro, este que representou em 2015, 21,46% do PIB Nacional, segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA).

Além das ferramentas de melhoria citadas anteriormente, a Melhoria Continua é um dos principais pilares para a redução de custos e aumento de produtividade, sendo que estes são objetivos diretamente ligados ao Planejamento Estratégico 2015-2020 da empresa em questão, assim como, mais especificamente, da indústria de café, sendo que

exemplos de metodologias de aplicação são o PDCA e o DMAIC, ambos usados há anos na implantação de mudanças em processos, de modo a melhorá-los, controlá-los e mantê-los otimizados ao longo do tempo.

O presente trabalho irá abordar um projeto de *Lean Seis Sigma* aplicado no Complexo do Café da COCAMAR Cooperativa Agroindustrial, no qual esta ferramenta da qualidade será aplicada seguindo o ciclo DMAIC para aumentar a produtividade de processos do Complexo através de diversas atividades.

1.1 Justificativa

O trabalho está sendo realizado em paralelo ao projeto de *Lean Seis Sigma* que está em andamento no Complexo de Café da empresa em estudo, o qual está embasado na necessidade clara de aumento na produção da Máquina de Café, que executa o processo de Benefício do café, sendo que este chega em coco e após passar por todos os processos é dada a saída pela qualidade (tamanho, catação, bebida, etc.).

A necessidade de desenvolvimento do projeto LSS no processo se torna clara, pois, após levantamento de dados históricos de produção, viu-se que a capacidade produtiva atual da máquina gira em torno de 36.000 sacas/ano, porém a meta de produção para o ano de 2016 será de 52.000 sacas, sendo este aumento resultado do fechamento de uma Unidade da COCAMAR em Rolândia que executava as mesmas atividades, e todo o café a ser beneficiado se concentrará na Unidade de Maringá. Extrapolando a meta para 2020, vê-se ainda mais a necessidade do projeto, pois a meta será de 95.000 sacas ao ano, um desafio muito grande e que precisa de projetos e esforços grandes voltados para essa melhoria.

Na Figura 1 é apresentado o aumento da demanda até o ano de 2020, demonstrando como é necessário um aumento da capacidade produtiva para atendê-la.

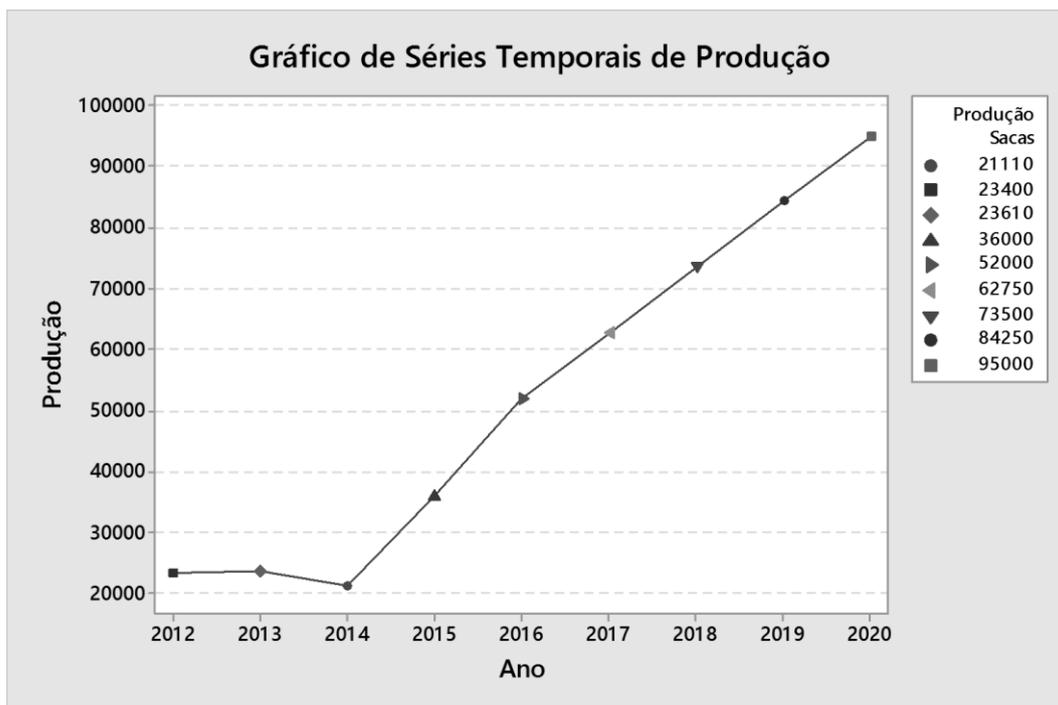


Figura 1 - Gráfico de meta de produção 2015 - 2020

1.2 Definição e delimitação do problema

Através do Projeto de *Lean Seis Sigma* todos os processos foram analisados em busca de melhorias e oportunidades de ganhos rápidos, com finalidade de que até o fim do projeto fosse atingida a meta de aumento na produção da Máquina de Benefício de Café. Como a maioria dos projetos LSS aplicados na empresa em estudo duram muitos meses, o final do presente trabalho será anteriormente ao fim da etapa de Controle do projeto (o “C” do DMAIC), por isso que as ferramentas aplicadas, os resultados conseguidos e as melhorias identificadas serão analisadas e documentadas somente até a data de finalização deste Trabalho de Conclusão de Curso, ou seja, de abril a outubro de 2016.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo aplicar o *Lean Seis Sigma* na Indústria de Beneficiamento de Café de uma cooperativa agroindustrial na cidade de Maringá.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Mapeamento e análise dos processos da Indústria de Café, identificando e aplicando melhorias;
- Aumento da capacidade produtiva do Beneficiamento na Máquina do Café, através de melhorias identificadas e aplicadas;
- Diminuição de perdas e desperdícios gerados por falhas nos processos e nas atividades executadas.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos, constando em cada um destes as seguintes informações:

- 1º capítulo: é o capítulo responsável pela contextualização do projeto, definindo objetivos gerais e específicos, motivação para desenvolvimento do projeto, e uma delimitação de até onde o projeto irá atuar para alcançar os objetivos;
- 2º capítulo: este será uma apresentação do que há de estudos e metodologias que fundamentarão a aplicação do projeto, todos usando de fontes confiáveis e reconhecidas no meio acadêmico. Os seguintes temas serão abordados:
 - *Lean Manufacturing*;
 - *Seis Sigma*;
 - *Lean Seis Sigma*;
 - *DMAIC*.
- 3º capítulo: descreverá a metodologia utilizada para desenvolver o presente trabalho;
- 4º capítulo: constará a apresentação e caracterização da empresa em que o trabalho será desenvolvido, além de informações mais específicas para a área de atuação, que é o beneficiamento de café.

2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

neste capítulo será apresentada uma contextualização teórica sobre as ferramentas e temas tratados ao longo do trabalho, além de pesquisas que fundamentam o uso dos métodos para os fins necessitados.

2.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing*, conhecido no Brasil por Manufatura Enxuta, surgiu no Japão, mais especificamente na *Toyota Motor Company*, após a Segunda Guerra Mundial pela necessidade do momento, no qual o país estava devastado pela guerra e não possuía recursos para realizar investimentos altos para aumento da produção. A partir dessa necessidade criou-se esse novo sistema, estruturado por Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota, modelo conhecido por Sistema Toyota de Produção ou Manufatura Enxuta (*Lean Institute Brasil, 2009*).

A Manufatura Enxuta possui várias definições pelo mundo, algumas delas estão apresentadas abaixo:

“A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento o necessário e na quantidade requerida (OHNO, 1997).”

“A busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão de obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requerido pelo cliente (SHINOHARA, 1988).”

Segundo Ohno (1988), desperdício é toda atividade que consome recursos, adicionando custos ao produto, sem que gere qualquer valor ao produto final que chegará ao cliente. Ohno (1997) definiu sete tipos de desperdícios que devem ser eliminados, que são os seguintes:

1. Inventário (ou estoque): é a perda através do estoque de matéria prima, material em processamento e produtos acabados, que muitas vezes são usados para esconder problemas nos processos e outros desperdícios, já que o estoque e a sobra de produtos não deixam que problemas como balanceamento de produção, gargalos, lead time, etc. apareçam.
2. Transporte: são as perdas com a movimentação de produtos, ou seja, com a mudança de local desnecessária dos itens, desde a matéria prima até o produto acabado, são encarados como desperdícios de tempo e de recurso;
3. Movimentação: é a perda pelas movimentações nas operações executadas por cada operador, ou seja, o tempo gasto fazendo movimentos desnecessários e que gastam tempo e recursos sem necessidade;
4. Superprodução: é uma perda gerada pela produção acima do planejado, programado ou necessário, gerando maior quantidade de produtos em inventário. É um dos piores desperdícios por criar outros tipos de perdas, como estoque, deterioração e gastos de energia, manutenção de equipamentos por trabalharem aquém do necessário, entre outros;
5. Tempo de espera: é o tempo perdido enquanto uma máquina ou operador aguarda por algo para executar sua atividade e agregar valor ao produto, é o tempo em que se espera por materiais que faltaram do processo anterior, por materiais que vieram com problemas e precisam ser substituídos, por máquinas paradas por falta de programação, entre outras causas.
6. Defeitos: são os itens produzidos que não estão dentro da especificação dos clientes, ou seja, dentro do que se espera do produto. Este desperdício gera outros desperdícios como o tempo de espera até ser consertado, o reprocessamento, a perda de recursos e de tempo, entre outros.
7. Processamento: é a perda de equipamentos ou máquinas usadas de maneira inadequada, tanto em capacidade de produção ou capacidade de desempenhar as operações.

2.2 Seis Sigma

Segundo Werkema (2004), o Seis Sigma é uma estratégia gerencial extremamente quantitativa, que com disciplina tem como objetivo aumentar a performance e a

lucratividade das empresas, através da melhoria continua dos processos e produtos da empresa.

Segundo Werkema (2004) a escala do Seis Sigma é usada para transformar a quantidade de defeitos por milhão em um número na Escala Sigma, e quanto maior o valor alcançado maior será o nível de qualidade, sendo que a meta é chegar próxima a zero defeitos, mais especificamente 4,4 defeitos para cada milhão de operações realizadas, ou seja, seis sigmas.

Um dos elementos mais expressivo deste programa é o fato de usar de forma estruturada o pensamento estatístico, ou seja, usam-se intensivamente ferramentas estatísticas e análise de variabilidade de processos e produtos. (CARVALHO; PALADINI, 2005)

Segundo Coronado (2002) essa abordagem Seis Sigma foi desenvolvida na Motorola na década de 1980, tendo como objetivo a redução da taxa de falhas em seus produtos. De início, era a contagem da quantidade de falhas nos produtos e a gestão desses valores, diminuindo a variação e melhorando os processos.

2.3 *Lean Seis Sigma*

Segundo Werkema (2006), o programa *Lean Seis Sigma*, que resulta da integração entre o *Lean* e o Seis Sigma, é uma estratégia poderosa, pois enquanto o *Lean* leva à produção enxuta, o Seis Sigma se volta para otimização de produtos, serviços e processos, tudo visando a satisfação dos clientes e consumidores.

Outra definição quanto a essa integração é apresentada a seguir:

Seis Sigma é uma metodologia estruturada, que busca a excelência na competitividade por meio da melhoria contínua dos processos envolvidos na produção de um bem ou serviço, levando em conta todos os aspectos importantes de um negócio. O sistema *Lean*, cujas origens remontam ao Sistema Toyota de Produção, busca eliminar desperdícios, ou seja, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade e eficiência à empresa. A integração do Seis Sigma ao sistema *Lean* permite que a empresa usufrua dos pontos fortes de ambas estratégias. O programa resultante dessa integração é denominado *Lean Seis Sigma* (LSS) e constitui uma estratégia abrangente, poderosa e eficaz para a

solução de problemas e também para a criação de novos processos e produtos. (HORS ET AL, 2012)

Para que a implantação de um programa *Lean Seis Sigma* seja bem-sucedida é necessária uma base estratégica, ou seja, que esteja ligada aos objetivos estratégicos da organização em que está sendo aplicada, para que os resultados sejam mantidos em longo prazo, não perdendo a importância com o passar do tempo (FERNANDES, 2005).

2.4 DMAIC

O primeiro método para gerir processos de melhoria contínua foi o PDCA, que inicialmente foi introduzido no Japão após a 2ª Guerra Mundial, para tornar mais claros e ágeis processos envolvidos na gestão da qualidade, já o DMAIC é o modelo similar ao PDCA que foi adotado para ser usado juntamente com o Seis Sigma, por garantir uma sequência ordenada, lógica e eficaz no gerenciamento dos projetos de LSS. Cada letra da sigla DMAIC tem um significado, Definição (D), Medição (M), Análise (A), Melhoria (I) e Controle (C) (SANTOS; MARTINS, 2003).

Segundo Paind (2005, *apud* SCATOLIN, 2005), “o DMAIC é uma ferramenta que tem por finalidade identificar, quantificar e minimizar as fontes de variação de um processo, assim como sustentar e melhorar o desempenho deste processo após seu aperfeiçoamento”.

O DMAIC é o modelo o qual as ferramentas do Seis Sigma são aplicadas, Werkema (2004) define as etapas do método DMAIC da seguinte forma, também exemplificadas na Figura 2:

D – Define (Definir): Definir com precisão o escopo do projeto;

M – Measure (Medir): Determinar a localização ou foco do problema;

A – Analyze (Analisar): Determinar as causas de cada problema prioritário;

I – Improve (Melhorar): Propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário;

C - Control (Controlar): Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo. (WERKEMA, 2004)

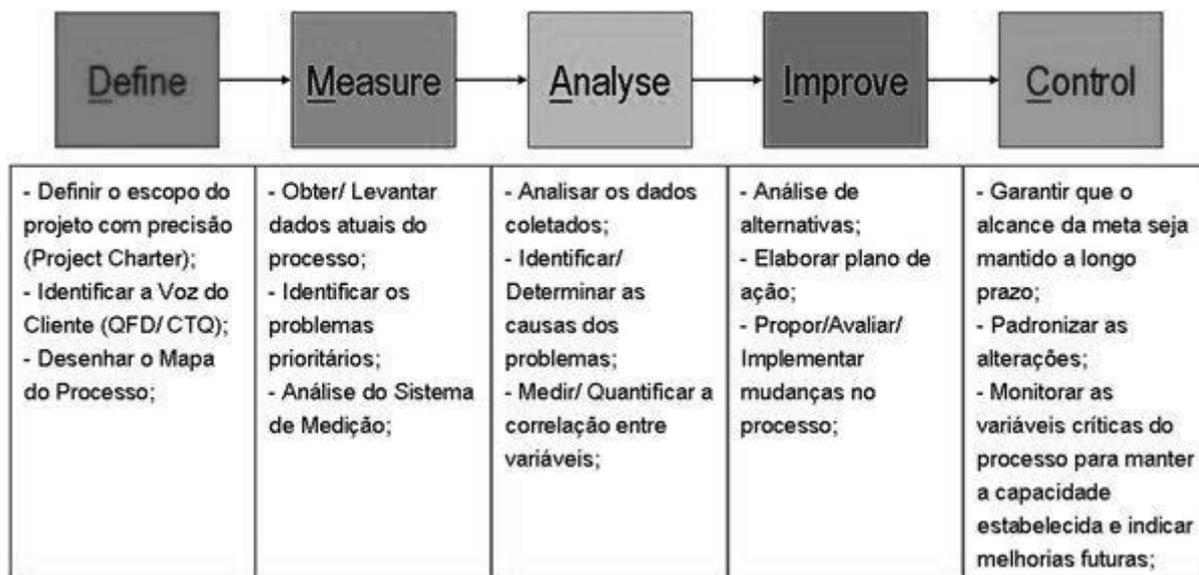


Figura 2 - Figura demonstrando as etapas e suas sub-etapas

2.5 Mapa Mental

Mapa mental se trata de uma espécie de diagrama para organizar ideias e informações, no qual um conceito ou ideia central é escrito no meio de uma página, e deste são irradiados ideias e palavras relacionadas (ENDEAVOR BRASIL, 2015).

Foi desenvolvido no início da década de 1970 pelo escritor e consultor em educação Tony Buzan com o intuito de ajudar as pessoas a liberar o potencial do cérebro. (ENDEAVOR BRASIL, 2015)

2.6 SIPOC

SIPOC é uma ferramenta cujo nome vêm do inglês, e cada letra significa uma palavra: S de fornecedor (*supplier*), I de entrada (*input*), P de processo (*process*), O de saída (*output*) e C de cliente (*customer*). A matriz SIPOC é uma maneira de visualizar mais detalhada e visualmente um fluxograma de processo, mostrando a relação entre diversos processos, seus clientes e fornecedores (MIRANDA FILHO, 2013).

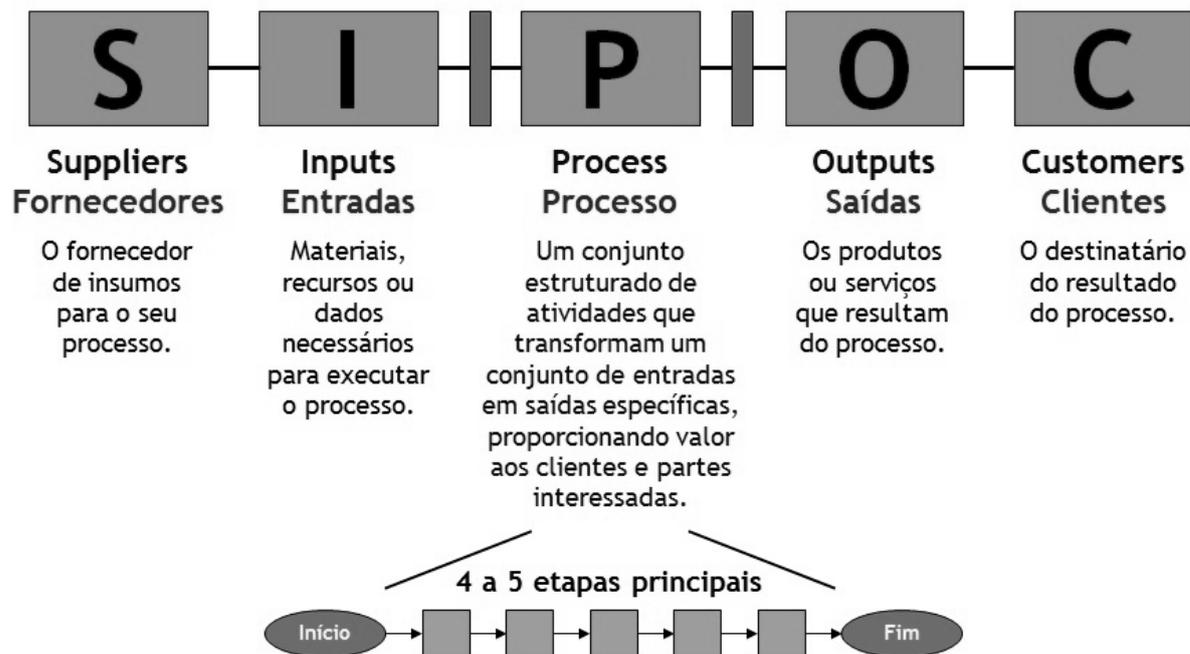


Figura 3 - Explicação do SIPOC

Fonte: Advance Consultoria

2.7 Mapeamento de Processos

Há diversas metodologias e ferramentas para mapear processos, porém no geral todos desempenham a função de registrar e documentar como os processos da uma organização funcionam. (TEIXEIRA, 2013)

Além dessa função, mapear um processo serve para facilitar uma análise de melhorias nos mesmos, já que tendo algo visual e objetivo do processo em mãos é mais fácil identificar possíveis falhas, ineficiências e atividades que não agregam valor. (TEIXEIRA, 2013)

A Figura 4 exemplifica o uso de um mapa de processo com divisão por setores/departamentos.

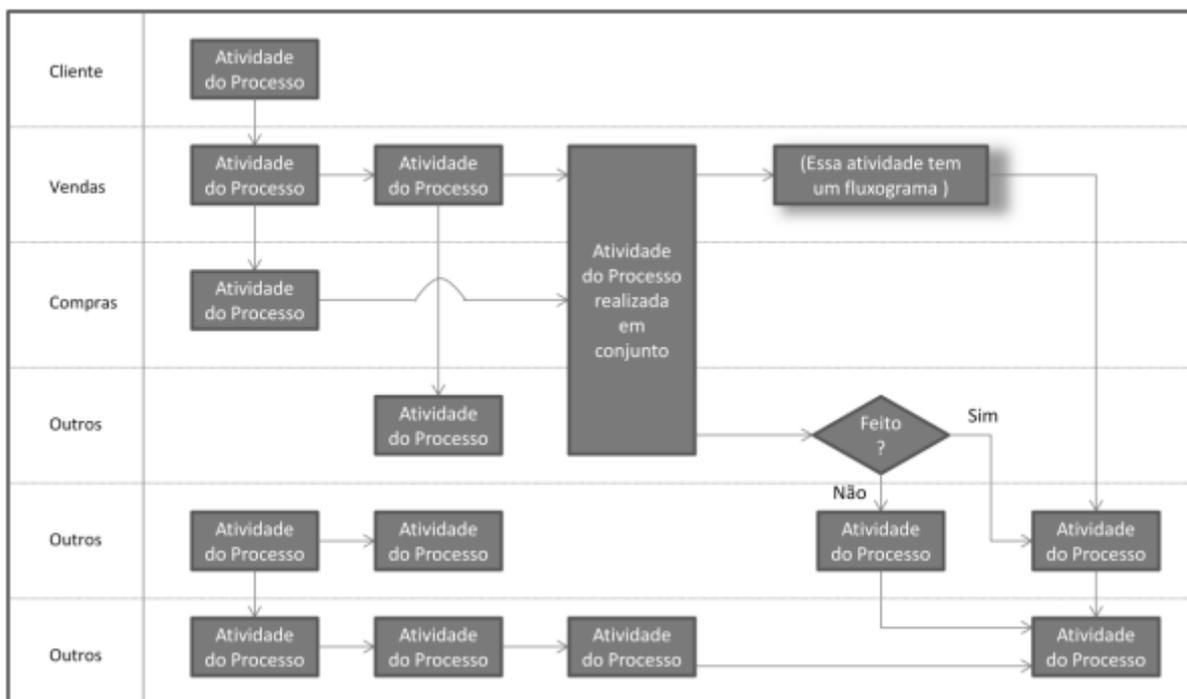


Figura 4 - Exemplo de mapa de processo com divisão em setores/departamentos

2.8 Diagrama de Ishikawa

Também chamado de diagrama Espinha de Peixe, pelo seu formato, tem a finalidade de organizar o raciocínio e discussões sobre causas de determinado problema, analisando através dele seus efeitos, causas secundárias, terciárias, etc, de uma forma visual e de fácil análise, fazendo as pessoas pensarem em um problema e as causas e razões para que este esteja ocorrendo. As causas podem ou não ser divididas em categorias, comumente chamadas de 6M's (método, máquina, medida, mão-de-obra, meio ambiente, material), facilitando a análise. (BEZERRA, 2014)

A Figura 5 demonstra o uso da ferramenta com a divisão das causas em 6M's.



Figura 5 - Exemplo genérico de Diagrama de Ishikawa.

Fonte: BEZERRA, 2014.

2.9 FMEA

FMEA é a sigla em inglês para *Failure Mode and Effects Analysis*, em português traduzido para Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos. Trata-se de uma ferramenta que busca evitar e mitigar possíveis problemas durante um processo industrial, desenvolvimento de produto, execução de projetos, etc., tendo várias áreas de utilização. (INDÚSTRIA HOJE, 2013)

Com o FMEA se realiza uma análise das falhas que podem ocorrer em determinadas situações e gerar efeitos sobre o todo, buscando a prevenção de que essas falhas ocorram, detectando antes mesmo que venham a ocorrer. (INDÚSTRIA HOJE, 2013)

Há alguns termos usados em um documento FMEA, sendo estes:

Falha: Perda de função quando ela é necessária.

Modo de Falha: Como você observa o dano causado.

Efeito da falha: Resultado ou consequência da falha.

Ocorrência de falha: Quantas vezes isto acontece.

Severidade de falha: O quão grave é a falha quando ela ocorre?

Detecção de falha: Posso encontrar a falha antes dela ocorrer?

RPN: Risk priority number – É o risco calculado que fica associado ao modo de falha. (SILVEIRA, 2016)

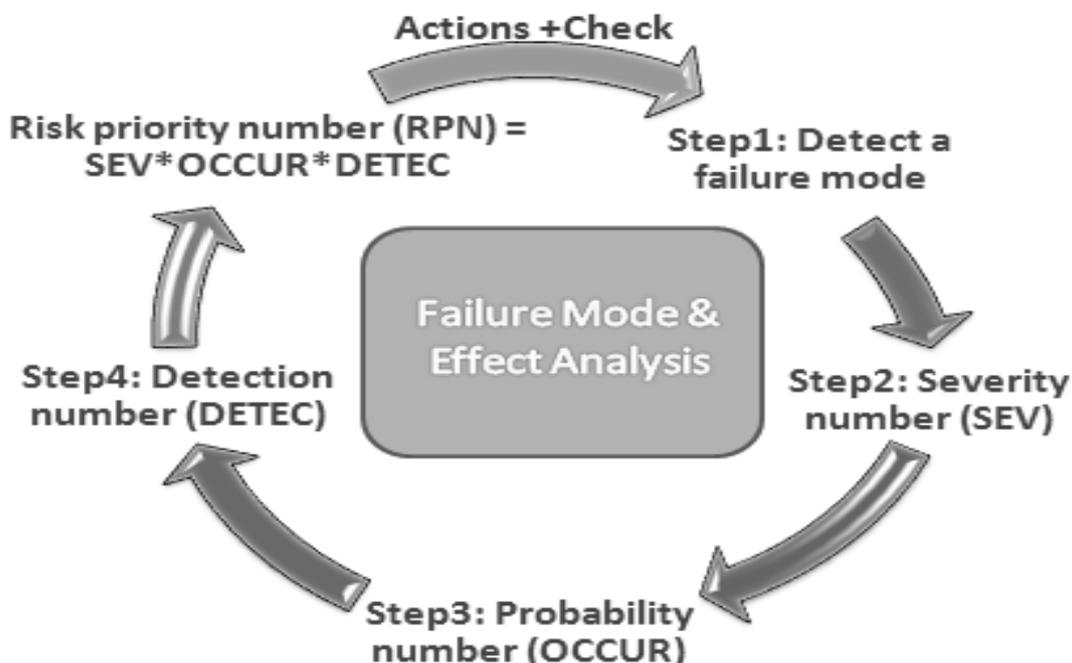


Figura 6 - Demonstrativo do funcionamento do FMEA

2.10 5 Porquês

Trata-se de uma técnica para encontrar a causa raiz de algum defeito ou problema, parte da premissa de que após perguntar cinco vezes o porquê um problema está ocorrendo, sempre relacionando a próxima pergunta à causa anterior encontrada, se chegará à causa raiz do problema. Após chegar à causa primária do problema é possível determinar o que aconteceu, porque que isso aconteceu e descobrir o que pode ser feito para reduzir a probabilidade de que isto volte a acontecer. Nada impede que mais ou menos do que cinco perguntas sejam feitas, a quantidade de cinco veio da observação de Taiichi Ono, criador da técnica, de que seria suficiente para chegar à causa raiz. (QUALIDADE TOTAL, 2014)

2.11 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto se trata de uma técnica estatística para auxílio em tomada de decisão, priorizando uma menor quantidade de itens quando há uma grande quantidade de problemas. Quando aplicado na administração da qualidade, o princípio de Pareto diz que a maior parte dos prejuízos é causada por uma quantidade relativamente pequena de defeitos, sendo que de acordo com a teoria pode-se dizer que 80% dos prejuízos são gerados por 20% dos defeitos. (PORTAL ADMINISTRAÇÃO, 2014)

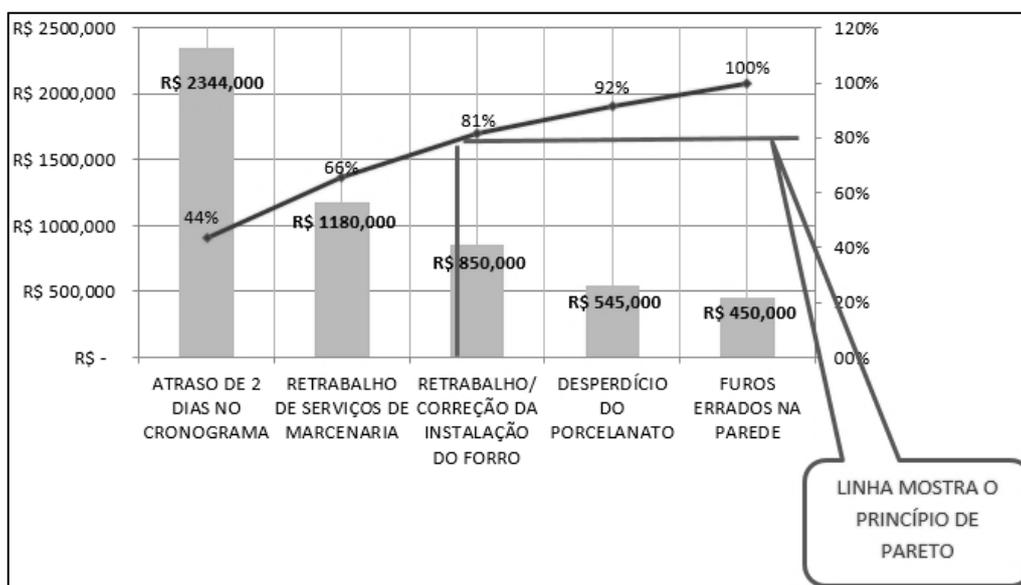


Figura 7 - Exemplo de Gráfico de Pareto.

Fonte: QUALYTEAM

2.12 Capacidade Produtiva e Takt Time

Capacidade produtiva é o quanto uma empresa consegue produzir contando com a quantidade disponível de horas e de recursos. (RODRIGUES, 2015)

O “*Takt Time*” é o ritmo de produção necessário para que a demanda seja atendida, ou seja, é a meta de capacidade produtiva para que toda a demanda seja atendida sem atrasos, o cálculo é simples, é a demanda dividida pelo tempo de produção disponível. (CANTIDIO, 2009)

2.13 5W2H

É uma ferramenta usada para melhorar a gestão de projetos e de planos de ação, cada letra representa uma das sete diretrizes de um *checklist* de atividades que deve ser seguido para que a execução da atividade ou processo possa ser o mais eficiente possível. Essas sete diretrizes são as seguintes:

- 5W:
 - *What*: O que será feito?
 - *Why*: Por que será feito?
 - *Where*: Onde será feito?
 - *When*: Quando?
 - *Who*: Por quem será feito?
- 2H:
 - *How*: Como será feito?
 - *How much*: Quando vai custar?

2.14 Análise e Projeto de *Layout*

Um sistema de manufatura que seja eficiente pode ser conseguido combinando quatro variáveis: tecnologia de fabricação atualizada, um *layout* otimizado, mão-de-obra treinada e motivada e um gerenciamento adequado (SILVA, 2009, *apud* GONÇALVES FILHO, 2005).

Abaixo tem-se uma definição de *layout*:

O arranjo físico de uma unidade produtiva pode ser entendido como a disposição física dos vários elementos ou recursos produtivos utilizados para a produção de um bem ou serviço, tais como máquinas, equipamentos, instalações e pessoal. O arranjo físico define o relacionamento físico entre as diversas atividades e determina a maneira segundo a qual os recursos transformados (materiais,

informações e clientes) fluem através da operação. (GONÇALVES FILHO, 2005)

2.15 Project Charter

O *Project Charter*, ou Termo de Abertura, é a primeira e uma das mais importantes etapas de um projeto Seis Sigma, é o que dá uma visão geral do projeto e também é útil como um acordo entre a equipe do projeto e alta direção, alinhando o que se espera de resultados no projeto. (MAHALIK, 2006)

2.16 Considerações finais do capítulo

A revisão da bibliografia possui grande importância em um projeto, pois a partir de seu desenvolvimento é que se tem um embasamento para aplicação e entendimento completo das ferramentas e metodologias a serem aplicadas, e assim alcançar os resultados e objetivos esperados e definidos pela equipe do projeto.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi aplicado no Beneficiamento de café do Complexo do Café da indústria COCAMAR Cooperativa Agroindustrial, unidade situada em Maringá, interior do Paraná. A necessidade de aumento na demanda de beneficiamento por diversas causas fez necessária a aplicação da ferramenta de melhoria continua *Lean Seis Sigma*, através da metodologia DMAIC.

A abordagem da pesquisa foi de caráter qualitativo, que segundo Instituto PHD (2015) é exploratório e visa compreender e interpretar dados mais subjetivos, como comportamentos, opiniões e expectativas dos indivíduos, porém também houve uma parte quantitativa, que segundo a mesma fonte são medidas mais precisas e apontam numericamente informações, e são usadas de ferramentas estatísticas para que haja confiabilidade melhor dos dados, através de cálculos de amostra e inferência de resultados. Como por exemplo, o mapeamento dos processos, seu entendimento e análise de melhorias foram qualitativos, porém o cálculo de capacidade produtiva das máquinas foi medido em sacas/hora de produto, e sendo assim, foi quantitativo. Ou seja, para análise dos dados foram usados métodos estatísticos, que fazem parte da metodologia *Lean Seis Sigma*, além de métodos qualitativos, analisando subjetivamente os dados coletados a fim de gerar soluções para os problemas.

O presente estudo é caracterizado como pesquisa aplicada, pois tem como objetivo produzir conhecimento para aplicação os resultados, de uma maneira mais prática e buscando a solução de problemas reais (BARROS e LEHFELD, 2000, *apud* VILAÇA, 2010). O estudo é caracterizado como uma pesquisa exploratória, pois se trata de familiarizar-se com um assunto pouco conhecido e pouco explorado (dos Santos, 2000) que é o setor de Benefício de café, que nunca foi objetivo de estudos profundos e análises do tipo.

A execução do projeto de *Lean Seis Sigma* segue etapas de acordo com o passo a passo do DMAIC, sendo estas etapas as seguintes:

- 1ª Etapa: *Define* (Definir);
- 2ª Etapa: *Measure* (Medir);
- 3ª Etapa: *Analise* (Analisar);
- 4ª Etapa: *Improve* (Melhorar);
- 5ª Etapa: *Control* (Controlar).

Cada uma destas etapas possui algumas ferramentas a serem utilizadas, que são voltadas ao objetivo de cada etapa. O uso deste método para desenvolvimento do projeto de *Lean Seis Sigma* na empresa em questão é acompanhado por uma empresa de consultoria externa, no qual a própria elaborou uma metodologia específica de aplicação, com suas próprias ferramentas de aplicação e acompanhamento dos projetos, porém tudo é feito e desenvolvido especificamente para cada um dos projetos, adequando as ferramentas e etapas de acordo com o necessário.

Para a execução do presente trabalho, objetivando alcançar os objetivos específicos e o objetivo geral do projeto, foram seguidas as seguintes etapas:

- Identificação dos objetivos do projeto, do por que o realizar, e justificativas para que os esforços sejam empregados pelos membros do projeto;
- Estudo bibliográfico com o que há no meio acadêmico de estudos e informações que possam auxiliar no entendimento e uso das metodologias e ferramentas empregadas;
- Caracterização da empresa em que se realizará o projeto, assim como, mais especificamente, do setor e do processo em que se atuará;
- Conhecimento geral sobre o processo e informações que influenciam na meta do projeto, coletando dados através de entrevistas, reuniões em grupo, dados em software e banco de dados, entre outros;
- Identificação de melhorias nas áreas identificadas como críticas para o objetivo do projeto, listando planos de ação e procedimentos de melhoria.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Caracterização da empresa

O presente estudo foi realizado na COCAMAR Cooperativa Agroindustrial. A empresa atua há mais de 40 anos no mercado, e, atualmente conta com mais de 60 unidades, cerca de dois mil colaboradores e mais de 12 mil cooperados; atua em diversos ramos da agroindústria, processando praticamente tudo o que recebe e produzindo produtos de varejo.

A empresa atua na produção de fios, envase de álcool, recebimento de soja e milho, farelo e produção de óleos vegetais, produção de molhos e bebidas, e, torrefação e moagem, além de outras atuações. Expandir e melhorar essas atuações faz parte do planejamento estratégico 2015/2020 da empresa, que é o de dobrar o faturamento de 3 bilhões para R\$ 6 bilhões em 2020.

A empresa presta muito pela qualidade de seus serviços e satisfação dos cooperados e colaboradores, para isso atua em vários projetos de melhoria a nível corporativo, como o *Kaizen* de nível 1 e 2, Gestão da Rotina e o *Lean Seis Sigma*, que será o foco de atuação do presente trabalho.

Como citado anteriormente, umas das indústrias da COCAMAR é a de torrefação e moagem, que produz um alto faturamento, além de uma boa visibilidade da marca através de marcas vendidas através do nome da empresa. Extremamente conectada a essa indústria está a de Recebimento e Beneficiamento de café, que foi o setor a ser estudado desta pesquisa.

4.2 Complexo do Café – Unidade Maringá

Considera-se como Complexo do Café, na Unidade de Maringá, o recebimento do café em coco ou beneficiado, o beneficiamento e rebeneficiamento do café, a venda de café em suas diversas qualidades e tipos, e, por fim, a torrefação e moagem, que é considerada um cliente para a Máquina de Café, que é onde se recebe, beneficia e rebeneficia o grão de café.

O foco do trabalho foi no Recebimento do café - tanto de cooperados quanto da compra de fornecedores-, o Beneficiamento do café - que é basicamente trabalhar o café em coco que se recebe diretamente dos produtores, tirando a casca e limpando para

melhorar a qualidade-, e por último o Rebenefício - que é processar o café já beneficiado visando melhorar ainda mais a qualidade, selecionando os melhores grãos a partir de processos mais avançados e eletrônicos.

As sacas de café em coco possuem em média 35 kg, e as sacas de café beneficiado pesam em média 60 kg, no ano de 2015, a máquina do café, recebeu 115.313 sacas de café em coco, beneficiou 110.388 sacas de café em coco, gerando 36.209 sacas de café beneficiado (considerando as perdas com o processo de benefício); ainda recebeu um total de 67.707 sacas de café beneficiado diretamente de Unidades, além da compra de 33.260 sacas com fornecedores. Pode-se perceber com os dados a pouco apresentados, que se beneficiou 36.209 sacas em 2015, sendo que a meta definida para 2016 é de 52.000 sacas, e para 2020 será de 95.000 sacas a serem beneficiadas, mostrando assim a importância de projetos de melhoria contínua para a indústria do café nesta cooperativa.

4.3 Caracterização do processo

Nas Figuras 8 e 9 são ilustrados os fluxogramas do processo de Benefício e Rebenefício do café separadamente, e após estes um descritivo de cada etapa dos processos.

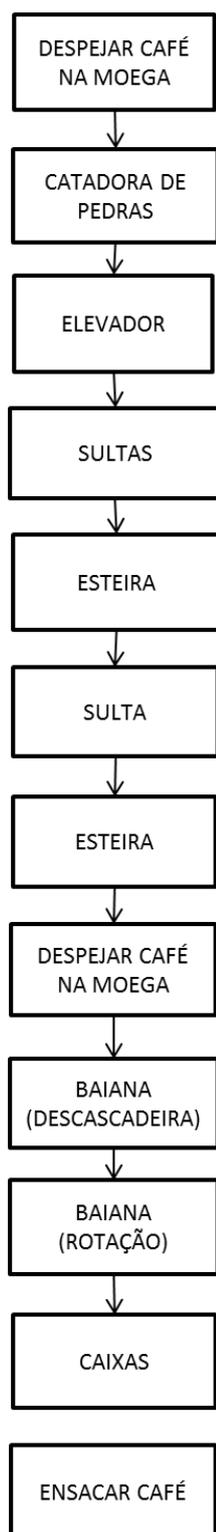


Figura 8 – Fluxograma do Benefício

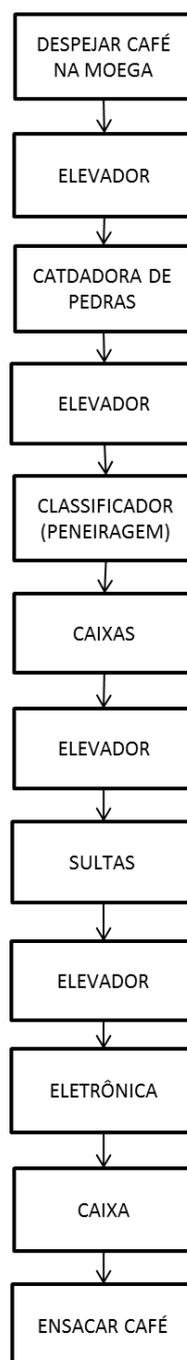


Figura 9 - Fluxograma do Rebenefício

4.3.1 Beneficiamento de Café

4.3.1.1 Descarga na Moega

O café em coco chega dentro de sacarias de juta. Primeiramente é identificada a tulha onde o café será depositado após a limpeza e feita o ajuste na esteira para que leve o café até a tulha marcada. Deve-se retirar o café do caminhão lote a lote, cortar o saco em uma das extremidades, despejar na moega lote a lote e retirar uma amostra de todos os sacos para confirmar a qualidade. Na Figura 10 é ilustrada a moega de descarga do café em coco.



Figura 10 - Moega de descarga do café em coco

4.3.1.2 Catadora De Pedras

O café da moega cai diretamente na catadora de pedras (Figura 11) onde é feita a limpeza dos itens mais pesados. Por vibração, diferença de peso e densidade o café é separado das pedras, terra, pedaços de madeira e outras grandes impurezas. As impurezas são depositadas abaixo da máquina enquanto o café é captado pelo elevador, onde este último é então levado à próxima etapa, as sultas.



Figura 11 - Catadora de pedras, localizada no subsolo, abaixo da moega.

4.3.1.3 Sultas

O elevador sobe o café e despeja-o nas sultas (Figura 12) que trabalham semelhante a catadora de pedras, com vibração e desnível separa o café em coco de impurezas mais leves remanescentes do último processo. O café é captado pela esteira ajustada no início do processo para levar a tulha disponível e marcada para o lote.



Figura 12 – Sultas

4.3.1.4 Tulhas

O café em coco limpo de impurezas é levado pela esteira até a tulha, onde fica repousando até que o próximo processo esteja livre para o lote. Ao ser liberado o café sai por baixo da tulha e cai no elevador que o transporta.

4.3.1.5 Baianas

O café chega por cima das baianas (Figura 13) que por uma sequência de facas descasca o café. Em seguida o café e a casca caem nos suportes das baianas que atuam como centrifugas separando o café da casca por diferenças de densidade. A partir daqui o café beneficiado pode seguir para o rebenefício ou ser comercializado desta forma. A casca segue para um caixa onde fica armazenado esperando a comercialização.



Figura 13 – Baianas

4.3.2 Rebeneficiamento de Café

4.3.2.1 Descarga Na Moega

O café pode chegar em sacos de juta ou em Bags e pode vir direto do benefício ou ser adquirido já beneficiado. Ele é descarregado na moega (Figura 14) e captado pelo elevador. A moega regula a vazão conforme a capacidade do elevador.



Figura 14 - Moega de descarga do café beneficiado

4.3.2.2 Catadora De Pedras

O elevador despeja o café em uma catadora de pedra (Figura 15). Tal máquina é uma grande peneira vibratória com desnível, que por diferença de densidade separa o café de qualquer corpo estranho que esteja junto com o lote. As impurezas caem em sacos enquanto o café cai em outro elevador que o leva até o classificador.



Figura 15 - Catadora de Pedras

4.3.2.3 Classificador (Peneiras)

O classificador (Figura 16) é alimentado por cima e o café passa por uma sequência de peneiras vibratórias. A vibração agiliza o processo e o diâmetro das peneiras diminui sequencialmente, de forma que os maiores grãos (maior valor agregado) ficam retidos nas peneiras superiores enquanto os grãos menores vão sendo retidos nas peneiras inferiores. Os grãos muito pequenos, quebrados e um pouco de casca remanescente são retidos no fundo. Cada peneira tem uma saída que direciona o café para uma caixa específica.



Figura 16 - Classificador

4.3.2.4 Caixas

Separados por tamanho de peneira os grãos de café ficam nas caixas (Figura 17) aguardando na fila para prosseguirem no processo.

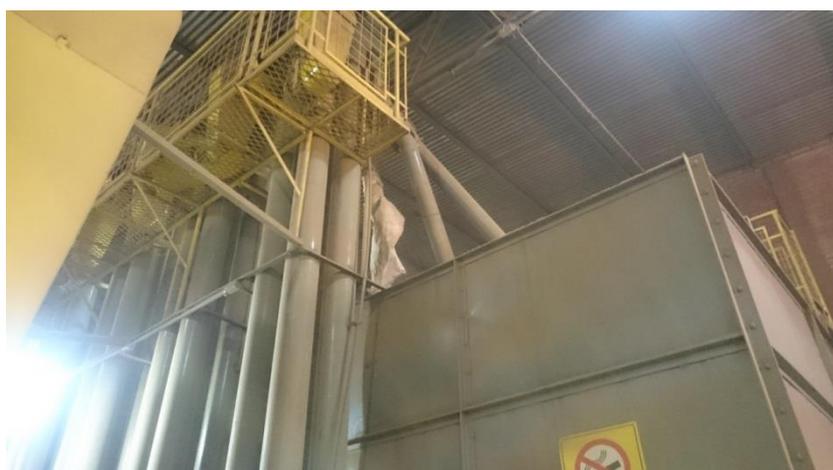


Figura 17 - Caixas

4.3.2.5 Sultas

As sultas trabalham através de desnível e vibração, assim separam os grãos considerados mais fracos, os quais tem densidade diferenciada. Das sultas o café cai em um novo elevador o qual elava o café até a caixa da eletrônica.



Figura 18 - Sulta

4.3.2.6 Eletrônica

A caixa da eletrônica é apenas uma fila para regular o fluxo de café na eletrônica (Figura 19). Tal máquina analisa através de sensores a cor do grão café. Primeiramente é feita a regulagem para a retirada dos grãos mais escuros, ou com manchas pretas. Após a passagem de todo o lote é feita uma nova regulagem para a retirada dos grãos mais claros, ou com manchas brancas ou verdes. Os grãos selecionados caem em uma caixa e ficam disponíveis para ser retirados no balão de liga tanto por Bag quanto por sacaria de juta. O café eliminado cai na mesma caixa que os grãos retirados pela Sulta e pelo classificador, tal mistura de café é conhecido como bica corrida e também fica disponível para a venda.



Figura 19 – Eletrônicas

Após caracterizado o processo, e compreendido suas etapas, iniciou-se as etapas para cumprir com o objetivo do presente trabalho, que é aplicar o *Lean Seis Sigma* na Indústria de Beneficiamento de Café. Deste modo, nos próximos tópicos, serão descritas as etapas do projeto executado.

4.4 Projeto *Lean Seis Sigma*

O projeto *Lean Seis Sigma* realizado na Máquina do Café, assim como todos os projetos deste tipo realizados na empresa em questão, foi discutido e decidido a sua execução com a participação da alta direção, líderes e principais responsáveis pelos setores do Café e de Melhoria Contínua, alinhando expectativas e objetivos desde o princípio.

Quanto a equipe do projeto, é formada por um total de nove membros, sendo estes: dois especialistas, um líder de projeto (*Green Belt*), um auxiliar do líder (*Yellow Belt*), um conselheiro (*Black Belt*), e quatro pessoas ligadas ao processo, encarregados de diferentes setores da Máquina do Café.

4.5 Etapas do DMAIC

4.5.1 Etapa Definir (*Define*)

Ao início do projeto, fez-se a estruturação do projeto, através do desenvolvimento do *Project Charter*, este podendo ser visualizado na Figura 20.

Projeto Lean Seis Sigma: Aumentar a Produtividade da Máquina de Café			
Produto/ Serviço	Café	Retorno projeto (US\$/ano)	Em média R\$ 2.000.000,00 ao ano, de 2017 a 2020.
Belt líder	Membro Líder	Departamento/Setor	Beneficiamento e Rebeneficiamento de Café
Patrocinador	Nome Patrocinador	Dono do processo	Nome Dono do Processo
Champion	Nome Champion	Data inicial	06/01/2016
MBB	Consultor externo	Data final	06/12/2016

Informação	Explicação	Descrição	
1. Caso de negócio	Ligação do projeto com a estratégia da empresa	O projeto atende as diretrizes estratégicas de Alta Eficiência, Essência e Escala, visando aumentar o recebimento, beneficiamento e rebeneficiamento do café e reduzindo os custos.	
2. Oportunidades	Quais são as oportunidades do projeto?	<p>BENEFÍCIO: A máquina de café de Maringá tem capacidade para Benefício de 45 a 50 sacas/hora, segundo dados de 2015, que alcança um beneficiamento máximo de 92.400 sacas ao ano. A demanda para 2017 será de 100.646 sacas, chegando a 124.063 sacas em 2.020. Gerando uma demanda não atendida de em média 20.000 sacas ao ano.</p> <p>REBENEFÍCIO: A capacidade produtiva do Rebenefício é de 58 sacas/hora, segundo dados de 2016, alcançando um máximo de rebeneficiamento anual de 108.514 sacas. A demanda para 2017 será de 145.646 sacas, chegando a 174.063 em 2020, gerando uma demanda não atendida de em média 50.000 sacas por ano.</p>	
3. Meta	Qual é a meta do projeto?	Aumentar produção no Rebenefício de 58 sacas/hora para 75 sacas/hora até 2.020, e no Benefício de 45 a 50 sacas/hora para 54 sacas/hora no mesmo período, ambos sem aumento de custo. Com esse aumento tem-se R\$ 160.985,17 de ganho líquido a mais para 2017, e um total de R\$ 1.002.280,18 de ganho até 2020.	
4. Escopo do projeto	Processos que serão afetados pelo projeto. Começo e fim do processo fundamental	O escopo do projeto será a Máquina de Café de Maringá, englobando os processos de recebimento, armazenamento, beneficiamento, rebeneficiamento e embarque da cultura.	
5.1 Membros da equipe	Nome, setor, função e dedicação dos participantes	Membro Líder [GB] - Eng. de Processo Membro 2 [YB] - Eng. de Processo Membro 3 [YB] - Supervisor Manutenção Membro 4 [BB] - Supervisora de Qualidade Membro 5 - Encarregado Produção Membro 6 [YB] - Supervisor de Classificação Membro 7 - Auxiliar Administrativo	
5.2 Especialistas		Membro 8 - Gerente Negócios Fibras e Café Membro 9 - Gerente Comercial Café	
6. Benefícios para clientes externos	Mencione os clientes finais e os indicadores chaves e benefícios que serão percebidos	Aumento na produção para atender toda a demanda de fornecedores e clientes.	
7. Agenda	Etapas do DMAIC	Início planejado	Início real
	Definir		
	Medir		
	Analisar		
	Melhorar		
	Controlar		
	Benefícios (rastrear por 12 meses)		
8. Recursos requeridos	Há alguma habilidade, equipamento, sistema, etc. que seja necessário?	Necessário equipe de T.I. para desenvolvimento do sistema de Boletim Industrial.	
9. Assinatura dos responsáveis	Quem são as pessoas chaves que devem validar o projeto?	Black Belt: Champion: Finanças:	

Figura 20 - Project Charter

Após se ter definido escopo, oportunidade, objetivos e metas do projeto, os membros da equipe desenvolveram o mapa mental do objetivo do projeto, listando todos os fatores que precisam ser trabalhados para alcançar o resultado do projeto, este pode ser visto na Figura 21.

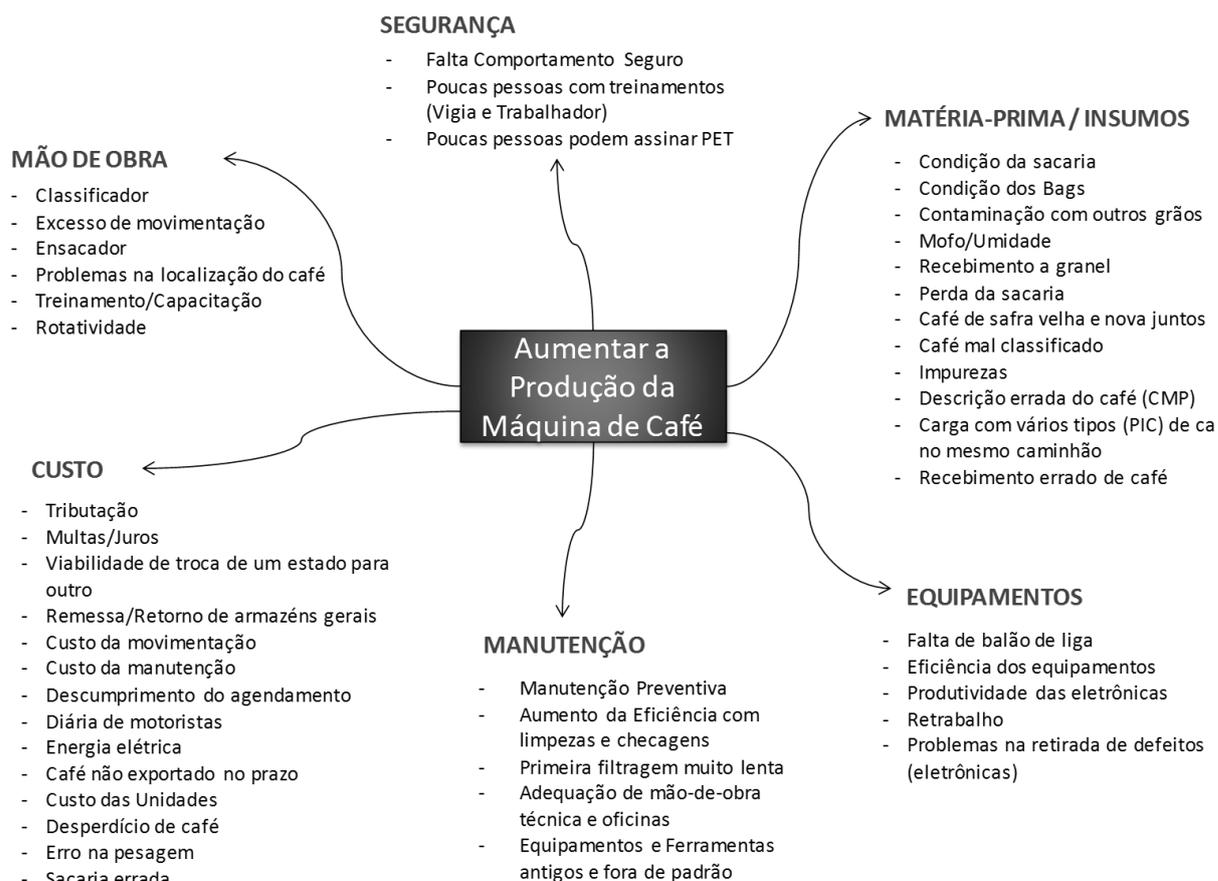


Figura 21 - Mapa Mental

Após discussão entre a equipe do projeto chegou-se ao mapa mental acima, onde foram considerados os aspectos que influenciavam na produtividade, chegando a vários fatores divididos entre os tópicos de segurança, mão de obra, custo, manutenção, equipamentos e matérias-primas.

Posteriormente, utilizou-se o SIPOC, que é uma ferramenta usada conhecer com detalhes o processo, e que resultou em uma visão mais geral do processo e de onde pode vir a ser aplicados planos de ação. O SIPOC do processo geral da Máquina do Café é ilustrado na Figura 22.

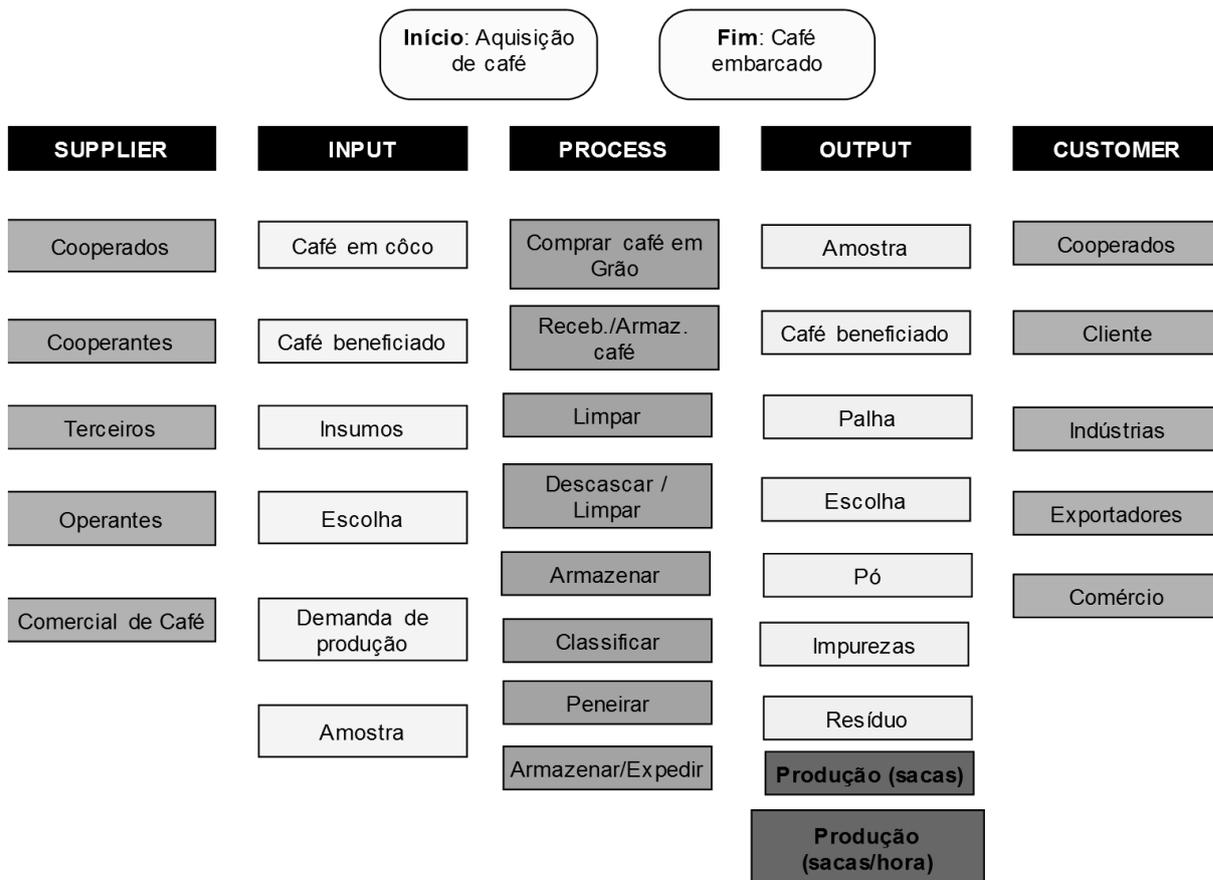


Figura 22 - SIPOC da Máquina do Café

Com o Mapa Mental e o conhecimento maior do processo por meio do SIPOC, foi feita uma estratificação em forma de árvore para as variáveis e áreas de melhoria a serem trabalhadas. As variáveis foram desdobradas em cinco áreas: Sistema, Pessoas, Máquina e Armazém, e a partir destes listados como se pode ver na Figura 23.

Aumento da Produtividade na Máquina do Café

Sistema

- Falta Boletim
- WMS
- Dados de Classificação
- Formação de OS (PCP)
- Amarração de Bebida
- Cálculo de Quebra
- Entrada de Café de Produtor

Pessoas

- Mapa de Atividades
- Capacitação
- Planejamento da Produção

Máquina

- Produção
- Produtividade (Eficiência)
- Estado dos Equipamentos
- Priorização dos Pontos Críticos
- Condições de Trabalho
- Limpeza
- Otimização do Estoque do Armazém 29
- Cartão Técnico

Armazém

- Balão de Liga
- Direcionamento de Lotes para vendas pequenas
- Layout
- Estoque
- Sistema (WMS)
- Condição de Armazenamento
- Tamanho Ideal de Estoque
- Qualidade (segurança) da informação
- Safras Antigas
- Garantia de Estoque
- Condição de Sacaria
- Quebra
- Separação po PIC
- Movimentação
- Quantidade de Sacas x BAG
- Segregação entre cooperado e terceiro
- Retirada dos equipamentos velhos
- Vazão e flexibilidade de embarques

Figura 23 - Listagem de variáveis

Após o uso das ferramentas aplicadas na etapa Definir os pontos a serem trabalhados foram formalmente definidos, e sabendo-se o que deve ser mensurado se pode seguir com tranquilidade para a próxima etapa, que é a de Medir. Com o SIPOC soube-se quais processos devem ser mapeados por serem os mais importantes da Máquina de Café, e com o Mapa Mental e Lista de Variáveis soube-se quais fatores devem ser priorizados e trabalhados para atingir os resultados definidos no *Project Charter*.

4.5.2 Etapa Medir (*Measure*)

4.5.2.1 Mapeamento dos Processos

A atividade inicial na etapa medir foi o mapeamento AS-IS (atual) dos processos principais da Máquina de Café, sendo estes, o de Recebimento de Café em Coco, Recebimento de Café Beneficiado, Beneficiamento de Café, Rebeneficiamento de Café e o Embarque do Café. Nas Figuras 24 e 25 ilustram-se dois dos principais processos mapeados, do Beneficiamento e do Rebeneficiamento de Café, respectivamente. Os mapeamentos foram realizados através do método de Brown Paper, no qual um papel marrom de tamanho grande é colado na parede e as etapas do processo são colocadas em post-its enquanto a equipe do projeto vai citando-as. Após o término da coleta dos dados o mapa é passado para o software Bizagi.

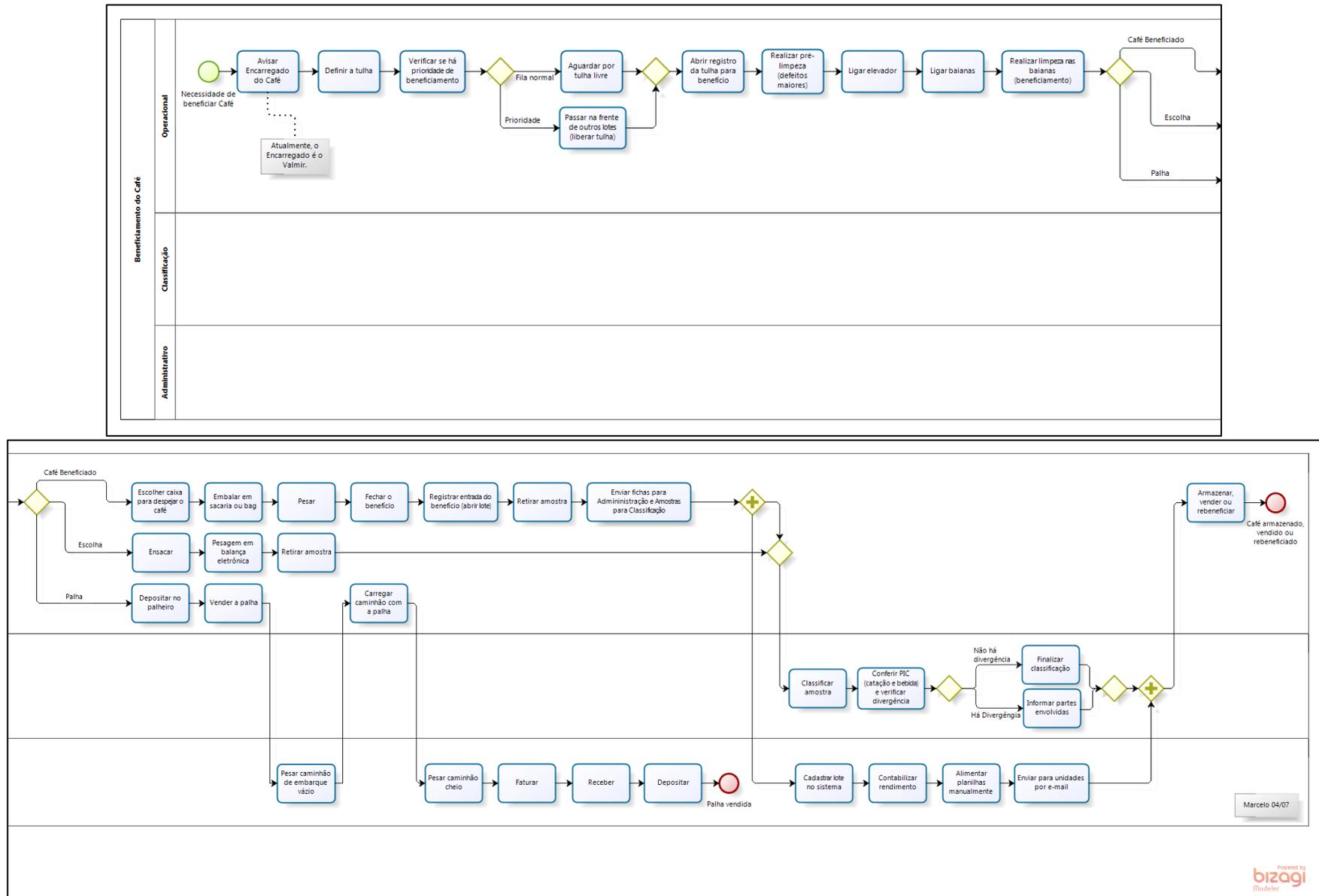
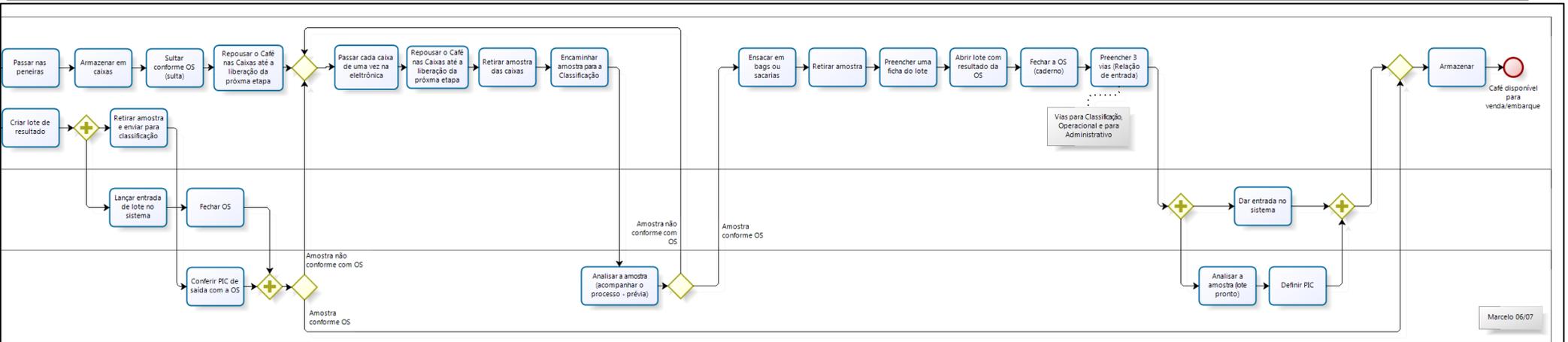
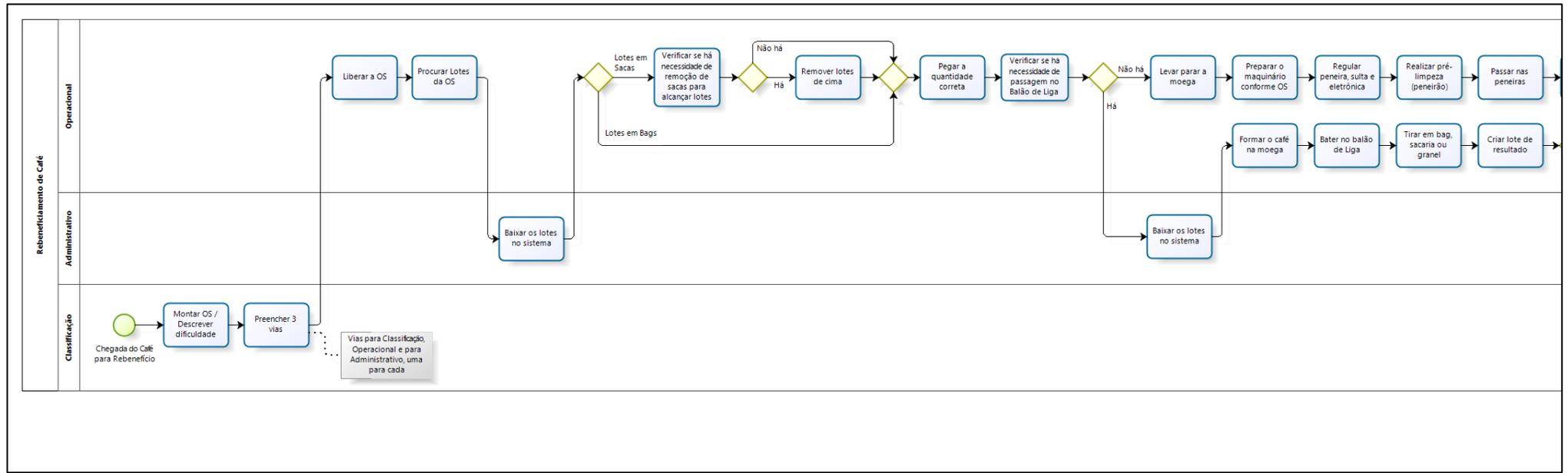


Figura 24 - Mapa do processo de Beneficiamento de Café



Marcelo 06/07

Figura 25 - Mapa do processo de Rebeneficiamento de Café

4.5.2.2 Priorização de Variáveis

Após o mapeamento foi montado um mapa de variáveis com todos os fatores que interferem em alcançar o objetivo principal do projeto, para isso as variáveis foram enumeradas de x1 até x 46, como na Figura 26, e após isso priorizadas através de Matriz Causa Efeito, explicado posteriormente.

Etapas	X	Variáveis
Pessoas	x1	Redistribuir as responsabilidades
	x2	Capacitação
	x3	Planejamento da Produção
Sistema	x4	Falta Boletim
	x5	Falta WMS
	x6	Falta dados de Classificação
	x7	Formação de OS (PCP)
	x8	Amarração de Bebidas
	x9	Calculo de Quebras
	x10	Entrada de Café de Produtor
Máquina	x11	Produção (volume)
	x12	Estados dos Equipamentos
	x13	Produtividade - D ; P ; Q
	x14	Priorização dos Pontos Críticos
	x15	Condições de Trabalho
	x16	Limpeza
	x17	Otimização do Estoque do Armazém 29
	x18	Cartão Técnico
	x19	Superprodução
	x20	Transporte
	x21	Espera
	x22	Defeitos
	x23	Movimentação
	x24	Processamento
	x25	Quebras de Equipamento
x26	Paradas por ociosidade	
x27	Preparação das Máquinas	
x28	Descontinuidade da OS	
Armazém	x29	Estoque
	x30	Condição de Armazenamento
	x31	Balão de Liga
	x32	Vendas em lotes específicos
	x33	Estoque
	x34	Sistema (WMS)
	x35	Confiabilidade (segurança) da Informação
	x36	Lotes de Safra Antiga
	x37	Garantia de estoque real igual ao virtual
	x38	Condição da Sacaria
	x39	Quebra
	x40	Separação por PIC
	x41	Movimentação
	x42	Quantidade de sacas Xbag
	x43	Segregação entre lotes de cooperado e terceiro
x44	Layout	
x45	Retirado dos Equipamentos obsoletos	
x46	Vazão e Flexibilidade de Embarque	

Figura 26 - Mapa de Variáveis

Com o uso do software MiniTab foi possível desenvolver um Diagrama de Causa e Efeito com as variáveis envolvidas no processo, ver Figura 27. Essa etapa foi importante para que a equipe tivesse melhor compreensão e visualização da problemática trabalhada, permitindo assim uma melhor análise.

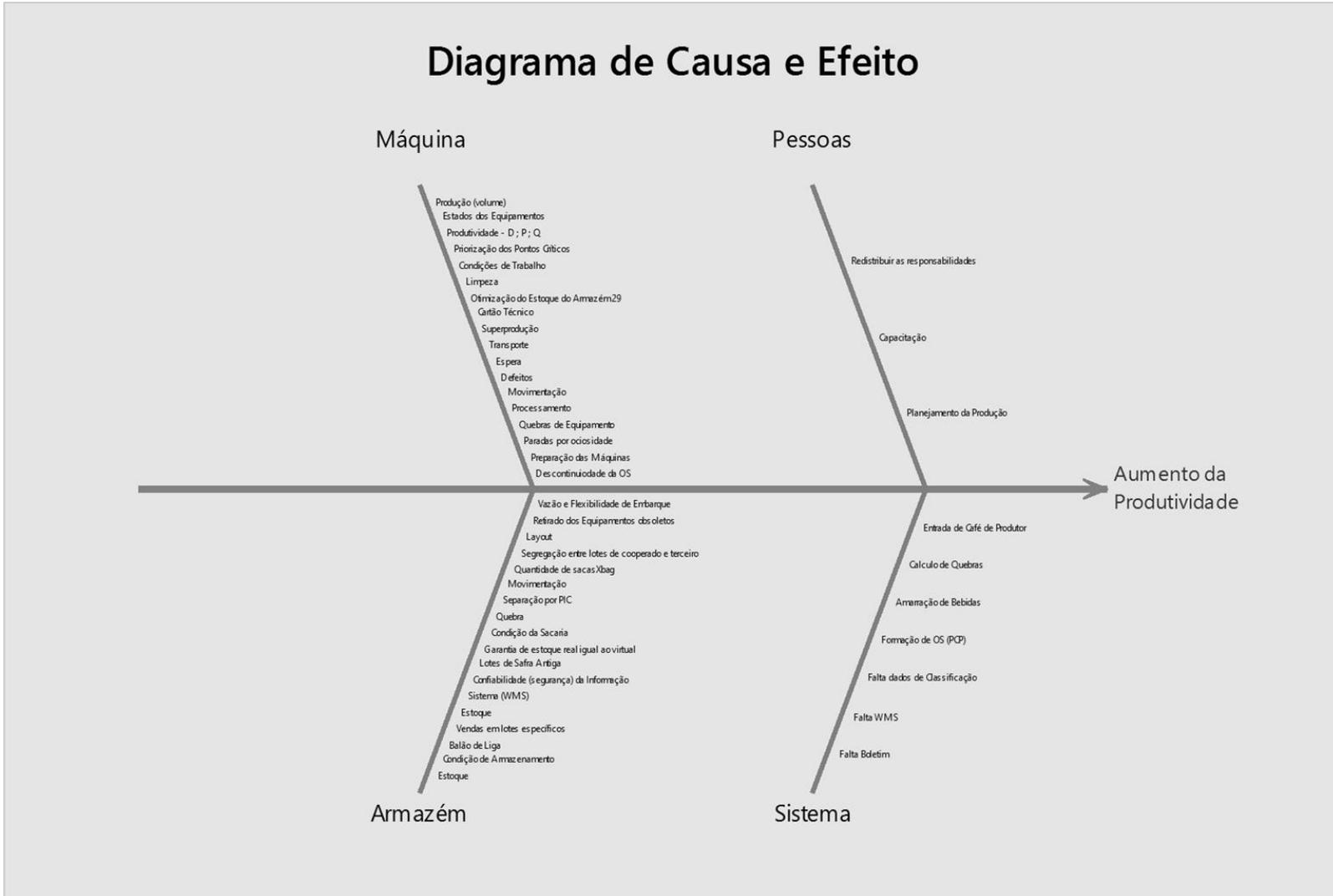


Figura 27 - Diagrama de Ishikawa

Como o mapa de variáveis contava com 46 variáveis diferentes, a dificuldade em se trabalhar e atuar com ações de melhoria em tantos fatores é alto, para resolver esse problema, a equipe decidiu realizar uma priorização das variáveis com a Matriz Causa e Efeito, conforme ilustra a Figura 28.

Nº da Matriz CE: 1		Lider: Membro Líder				
Processo/produto: Produção Café		Membros da equipe: ...				
Nome do projeto: Aumentar a produtividade da Máquina de Café		Convidados:				
Código projeto:		Redigido por:				
Objetivo: Selecionar as variáveis de processo mais críticas que afetam os erros de registro e tempo de ciclo		Características da Qualidade (ys) (Importância dos ys: 1 a 10)				
Etapas	Características do processo (xs)		Produção	Qualidade do Café	Movimentação	Total
	Variáveis		10	8	8	
		Importância da correlação (0, 1, 3, 9)				
Pessoas	x1	Redistribuir as responsabilidades	3	9	3	126
	x2	Capacitação	3	9	9	174
	x3	Planejamento da Produção	9	9	9	234
						0
Sistema	x4	Falta Boletim	1	1	3	42
	x5	Falta WMS	3	3	9	126
	x6	Falta dados de Classificação	0	1	1	16
	x7	Formação de OS (PCP)	0	1	1	16
	x8	Amarração de Bebidas	3	9	3	126
	x9	Calculo de Quebras	1	1	0	18
	x10	Entrada de Café de Produtor	3	1	0	38
						0
Máquina	x11	Produção (volume)	0	0	0	0
	x12	Estados dos Equipamentos	9	9	0	162
	x13	Produtividade - D ; P ; Q	0	0	0	0
	x14	Priorização dos Pontos Críticos	9	9	0	162
	x15	Condições de Trabalho	0	0	0	0
	x16	Limpeza	3	9	1	110
	x17	Otimização do Estoque do Armazém 29	3	3	9	126
	x18	Cartão Técnico	3	9	3	126
	x19	Descontinuidade da OS	9	3	9	186
	x20	Defeitos	0	0	0	0
	x21	Retrabalho	9	9	0	162
	x22	Quebras de Equipamento	9	9	9	234
	x23	Paradas por Gargalos	9	3	9	186
	x24	Preparação das Máquinas	3	9	3	126
						0
Armazém	x25	Estoque	3	9	9	174
	x26	Condição de Armazenamento	3	9	9	174
	x27	Balão de Liga	9	9	9	234
	x28	Vendas em lotes específicos	0	0	3	24
	x29	Confiabilidade (segurança) da Informação	3	9	9	174
	x30	Lotes de Safra Antiga	3	3	9	126
	x31	Garantia de estoque real igual ao virtual	0	0	0	0
	x32	Tipo de Embalagem e Condição	3	9	9	174
	x33	Quebra	9	9	3	186
	x34	Separação por PIC	3	9	3	126
	x35	Quantidade de sacas X bag	0	3	9	96
	x36	Aprovação do Cliente (qualidade)	9	9	9	234
	x37	Layout	3	9	9	174
	x38	Retirado dos Equipamentos obsoletos	0	0	9	72
	x39	Vazão e Flexibilidade de Embarque	0	0	9	72
						140
						203
						189

Figura 28 - Matriz de Causa e Efeito

Essa matriz de causa e efeito permitiu ponderar as prioridades as serem realizadas, e com o intuito de melhor visualizá-las, esses dados foram plotados em um Gráfico de Pareto, conforme Figura 29.

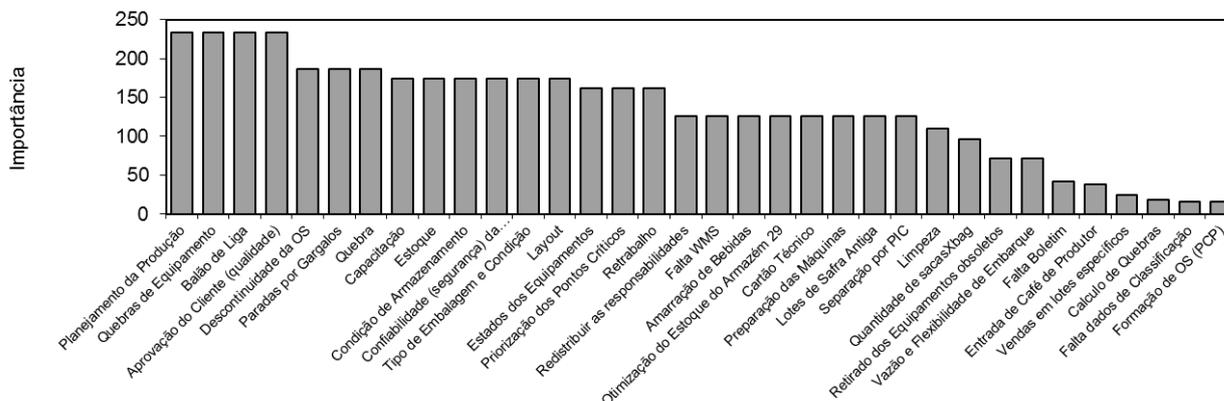


Figura 29 - Gráfico de Pareto de priorização do FMEA

Por meio do gráfico de Pareto é possível perceber que as ações a serem priorizadas são Planejamento da Produção, Quebra de Equipamento, Balão de Liga e Aprovação do Cliente (Qualidade).

A continuidade na priorização das variáveis, com o FMEA e 5 Porquês, será dada na etapa Analisar.

4.5.2.3 Cálculos de Capacidade Produtiva

Para conseguir dados que possibilitassem medir o quanto a meta do projeto, de aumento da produtividade, estava sendo alcançada ou não, era necessário saber as capacidades produtivas das máquinas no início do projeto, para então acompanhar o crescimento.

Para isso as capacidades de produção de café em sacas por hora foram medidas através de amostras de produção cronometradas, ou seja, media-se o tempo que a máquina processava determinada quantidade de café em sacas, os resultados podem ser vistos na Figura 30.

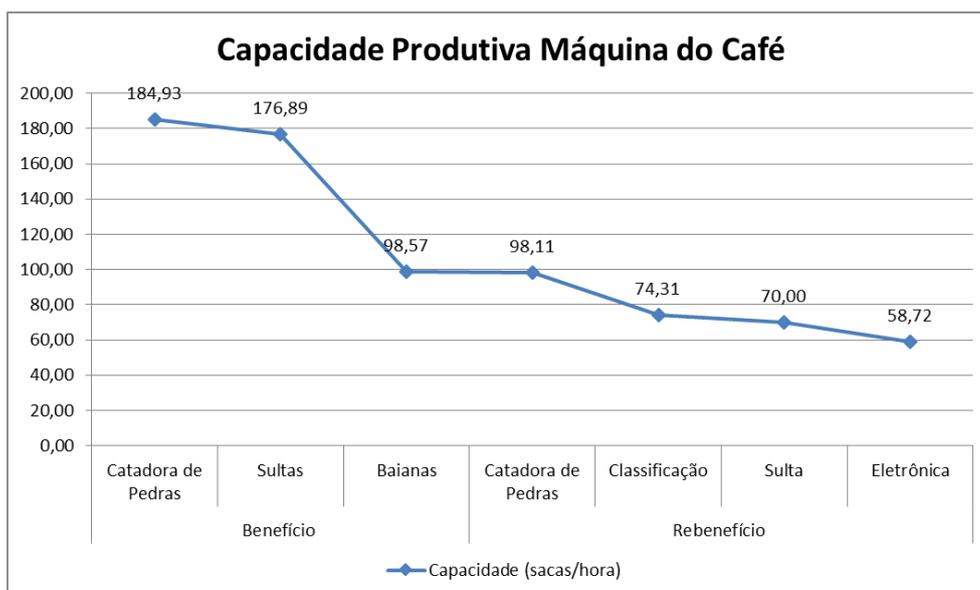


Figura 30 - Capacidades produtivas de todas as máquinas, do Benefício e do Rebenefício

Após se ter os valores da capacidade, era necessário saber o quão próximos estava-se de alcançar a meta do projeto, para isso os *takt times* foram calculados usando dados da demanda projetada pelo Planejamento Estratégico 2015-2020, e comparados às capacidades produtivas através do gráfico na Figura 31.

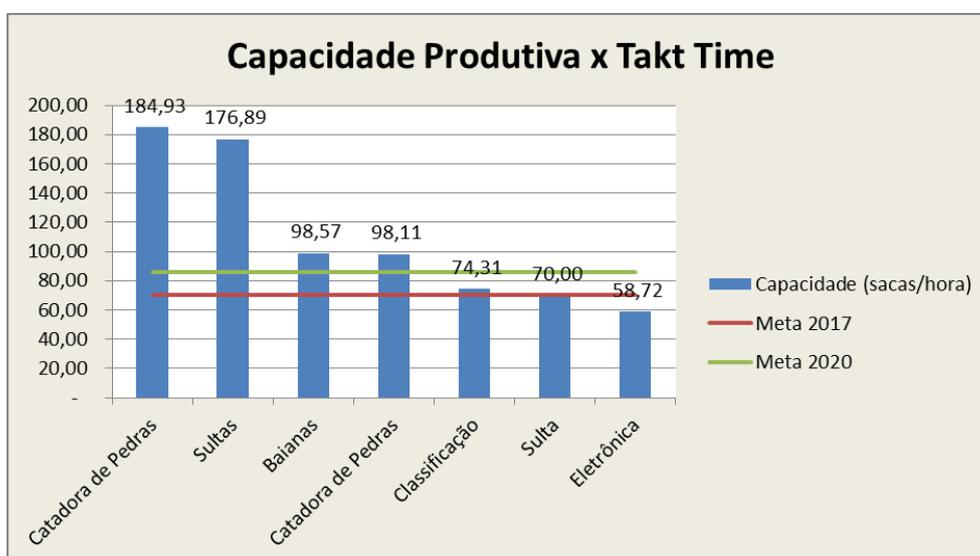


Figura 31 - Capacidade Produtiva vs Takt Time

Com o gráfico da Figura 31 os dados de capacidade produtiva e de *takt time* foram analisados comparando-os entre si, o que permitiu identificar os gargalos e restrições de todo o processo de Benefício e Rebenefício. No Benefício não há gargalos quando comparado com o *takt time* para 2017 e nem para 2020, sendo o processo com menor

capacidade a Baiana. No Rebenefício há três gargalos quando comparado com o *takt time* de 2020 e dois perante valores de 2017, sendo a restrição principal a Eletrônica, o último processo do Rebenefício.

4.5.3 Etapa Analisar (*Análise*)

4.5.3.1 FMEA

A partir de todas as variáveis priorizadas na etapa Medir, todos os Modos de Falha para estas foram listados em uma tabela, dando o total de 150 modos de falha, e depois de listados, as notas foram atribuídas seguindo a metodologia da ferramenta FMEA, dando notas para Severidade, Ocorrência e Detecção, resultando em uma tabela de priorização que foi transformada em um gráfico de Pareto, conforme Figura 32.

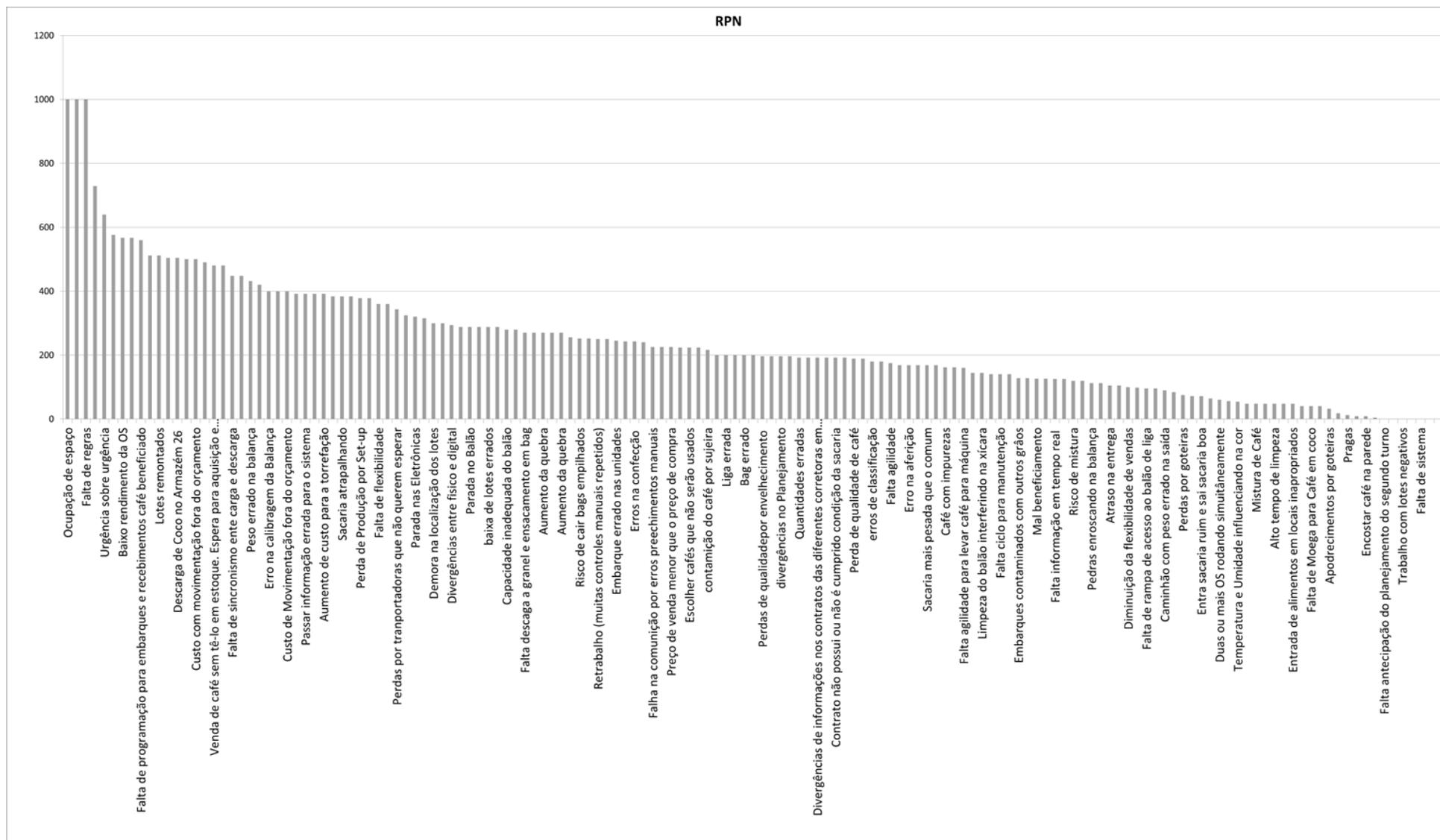


Figura 32 - Gráfico de Pareto de priorização dos modos de falha de acordo com a nota do RPN

A partir da priorização por meio do Gráfico de Pareto os primeiros 80% dos modos de falha totalizaram 79 itens, sendo estes os principais trabalhados. Citando alguns dos pontos, tem-se os apresentados na Tabela 1, em ordem decrescente de prioridade.

Tabela 1 - Modos de Falha priorizados até 35%

Etapas	Modos de falha (#3)
Retirada dos Equipamentos Obsoletos	Ocupação de espaço
Retirada dos Equipamentos Obsoletos	Custo para a retirada e destinação
Vendas em Lotes específicos	Falta de regras
Estoque	Falta de confiabilidade
Descontinuidade da OS	Urgência sobre urgência
Retrabalho	Retrabalho na classificação e na eletrônica
Descontinuidade da OS	Baixo rendimento da OS
Vazão e Flexibilidade	Demora na preparação de lotes
Planejamento da Produção	Falta de programação para embarques e recebimentos café beneficiado
Quebra	Não tem procedimento
Falta de WMS	Lotes remontados
Tipo e Condição de embalagem	Rompimento de Bags BBS
Retrabalho	Descarga de Coco no Armazém 26
Planejamento da Produção	camihões que não podem ser embarcados/recebidosno dia
Quantidade BagsxSacas	Custo com movimentação fora do orçamento
Planejamento da Produção	Caminhoneiro não segue procedimento
Aprovação pelo Cliente	Venda de café sem tê-lo em estoque. Espera para aquisição e enquadramento
Tipo e Condição de embalagem	Perda de Sacaria boa
Planejamento da Produção	Falta de sincronismo ente carga e descarga
Quebra	Diferenças entre o peso real e o peso da nota
Retrabalho	Peso errado na balança
Layout	Mistura de cafés

4.5.3.2 5 Porquês

Com todos os Modos de Falha listados, de um total de 79, foi aplicado a ferramenta dos 5 Porquês, que resultaram em 63 soluções geradas. Na Tabela 2 tem-se um demonstrativo de como foi a aplicação da ferramenta em quatro dos 79 modos de falha.

Tabela 2 - Tabela demonstrando a planilha de 5 Porquês para 4 Modos de Falha

MODO DE FALHA	1º POR QUE	2º POR QUE	3º POR QUE	4º POR QUE	5º POR QUE	Causa Raiz	Solução
Falta de regras para lotes pequenos	Não podemos perder clientes	Não podemos perder faturamento	Para o comercial o lucro está nas vendas pequenas			Como para o comercial as vendas pequenas que sustentam a Máquina, há pressão por parte deles que as vendas sejam atendidas de imediato	Mostrar ao Comercial que as vendas pequenas não impactam e avaliar as regras: lotes específicos e/ou dia específico na semana para lotes pequenos. Fazer Procedimento (DocNix)
MODO DE FALHA	1º POR QUE	2º POR QUE	3º POR QUE	4º POR QUE	5º POR QUE	Causa Raiz	Solução
Falta de confiabilidade (estoque)	Falta de sistema e alimentação errada	Poucas pessoas treinadas	Alta rotatividade	Baixo salário Falta plano de carreira		Devido ao baixo salário e falta de perspectiva	Sistema em andamento
MODO DE FALHA	1º POR QUE	2º POR QUE	3º POR QUE	4º POR QUE	5º POR QUE	Causa Raiz	Solução
Urgência sobre urgência	Troca de OS em andamento Vendas com pouco prazo de entrega	Atender o pedido dentro do mês	Bater a meta de faturamento Requisito do Cliente	Verificar com Comercial			Regras de Embarques (discutir regras)
MODO DE FALHA	1º POR QUE	2º POR QUE	3º POR QUE	4º POR QUE	5º POR QUE	Causa Raiz	Solução
Retrabalho na classificação e na eletrônica	Eletrônica não enquadra o café na qualidade esperada.	Máquina tem dificuldade de enquadrar cafés ruins	Maquinário obsoleto			Maquinário antigo e obsoleto	Análise de compra e melhoria em andamento

Como exemplo, pode-se citar o quarto modo de falha da Tabela 2, “Retrabalho na classificação e na eletrônica”, que o 1º porquê é que a máquina não enquadra o café na qualidade esperada, isso porque ela tem dificuldade em enquadrar cafés ruins, e essa dificuldade é causada pela máquina ser obsoleta, sendo esta última a causa raiz do modo de falha inicial. Como solução tem-se a análise de compra e melhoria que está em andamento.

Todos os outros modos de falha foram trabalhados seguindo o mesmo modo.

4.5.3.3 Análise de Layout do Armazém de Estoque de café

O Armazém 26, nome do maior armazém do Complexo do Café, e o qual se estoca a maior parte do café beneficiado, não possuía projeto de layout de modo a utilizar o seu espaço de forma mais efetiva e organizada, evitando perda de tempo com procura de lotes, mal utilização do espaço, mistura de café de diferentes qualidades, entre outros problemas causados pela falta de organização.

Portanto, em busca da melhoria nesta área, uma análise e projeto de layout para o Armazém 26 foi desenvolvida. Todos os layouts foram feitos no software AutoCAD.

Primeiramente foi feito um esboço do layout atual do Armazém, que pode ser visto na Figura 33.

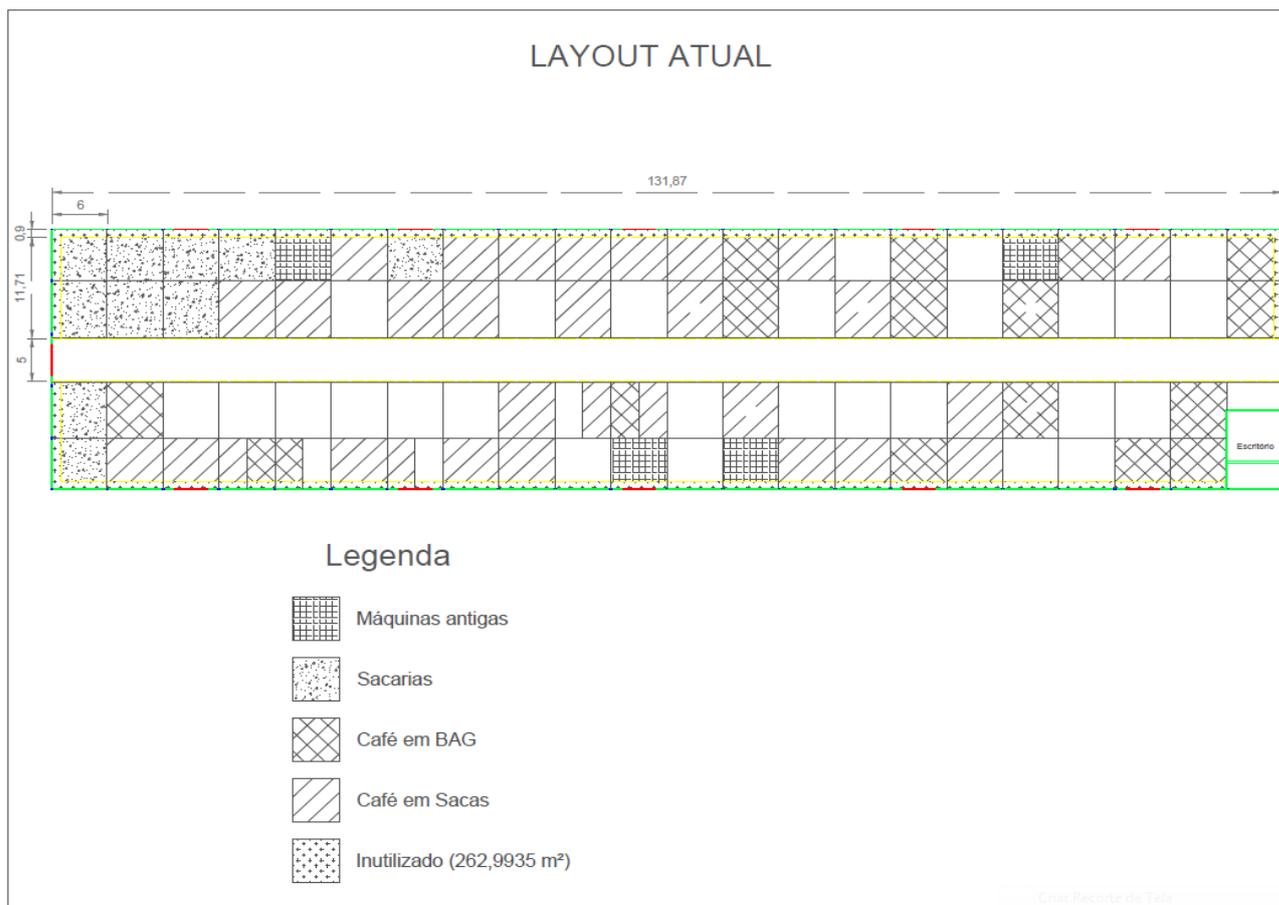


Figura 33 - Layout atual do Armazém 26

Depois o layout futuro foi desenvolvido, já com melhorias que futuramente serão realizadas, como a retirada de todas as sacarias do armazém, a retirada das máquinas antigas após parceria com empresa terceira, a desconstrução do escritório inutilizado no canto inferior direito do armazém, a passagem para BAG da maior parte do café que está em sacas, evitando movimentações e gastos com sindicato, demarcação de faixa de segurança a 50 centímetros da parede em volta de todo o armazém, e a demarcação do local alocado para o novo Balão de Liga, no centro do armazém. O novo layout pode ser visto na Figura 34, com demarcação das áreas destinadas a cada setor, café em BAG's, em sacarias, para o balão de liga e o espaço inutilizado com o espaço de 50 cm da parede até as sacarias e BAG's.

Outro layout com foco na localização do estoque foi desenvolvido, podendo ser visto na Figura 35. Neste há a divisão do armazém em quadras, ruas, filas e andares, de modo que todos os lotes possam ser encontrados com mais agilidade e rapidez, tanto em BAG quanto em sacarias.

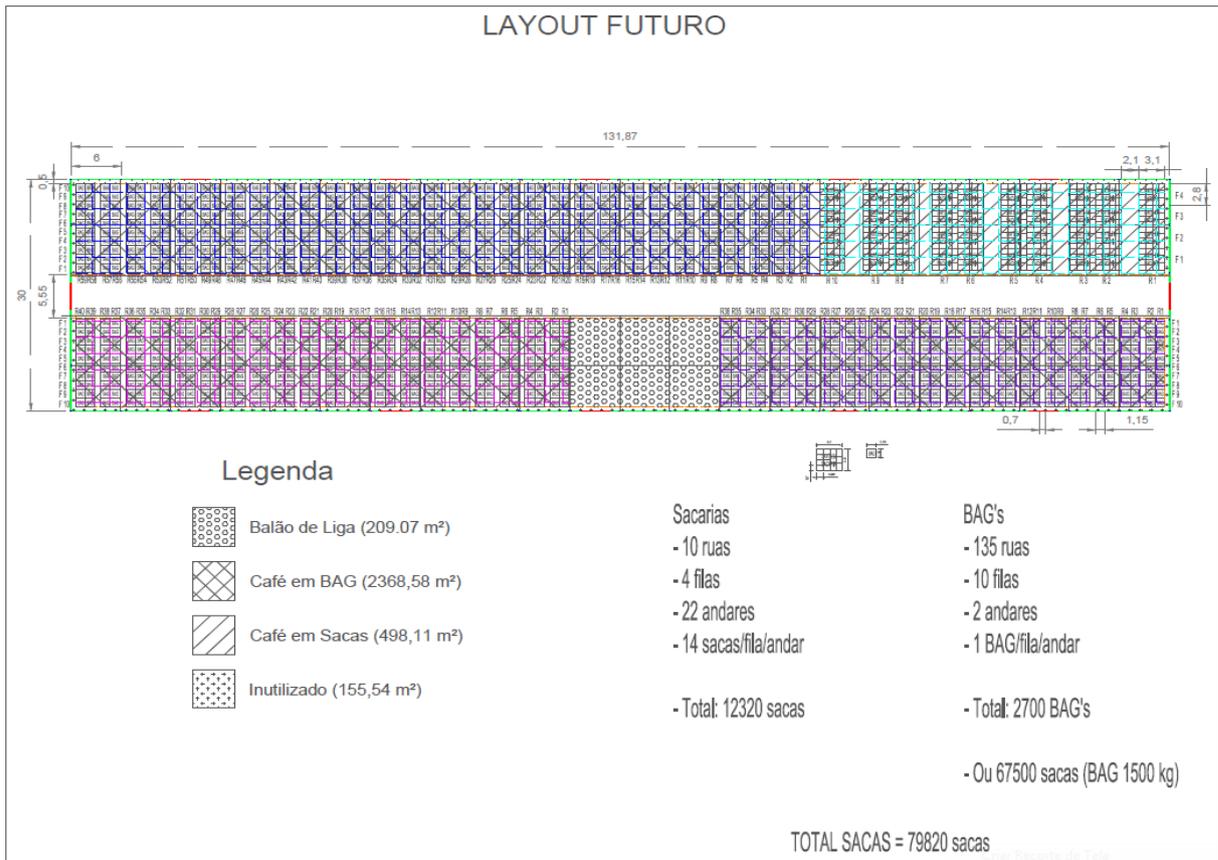


Figura 34 - Layout futuro para o Armazém 26

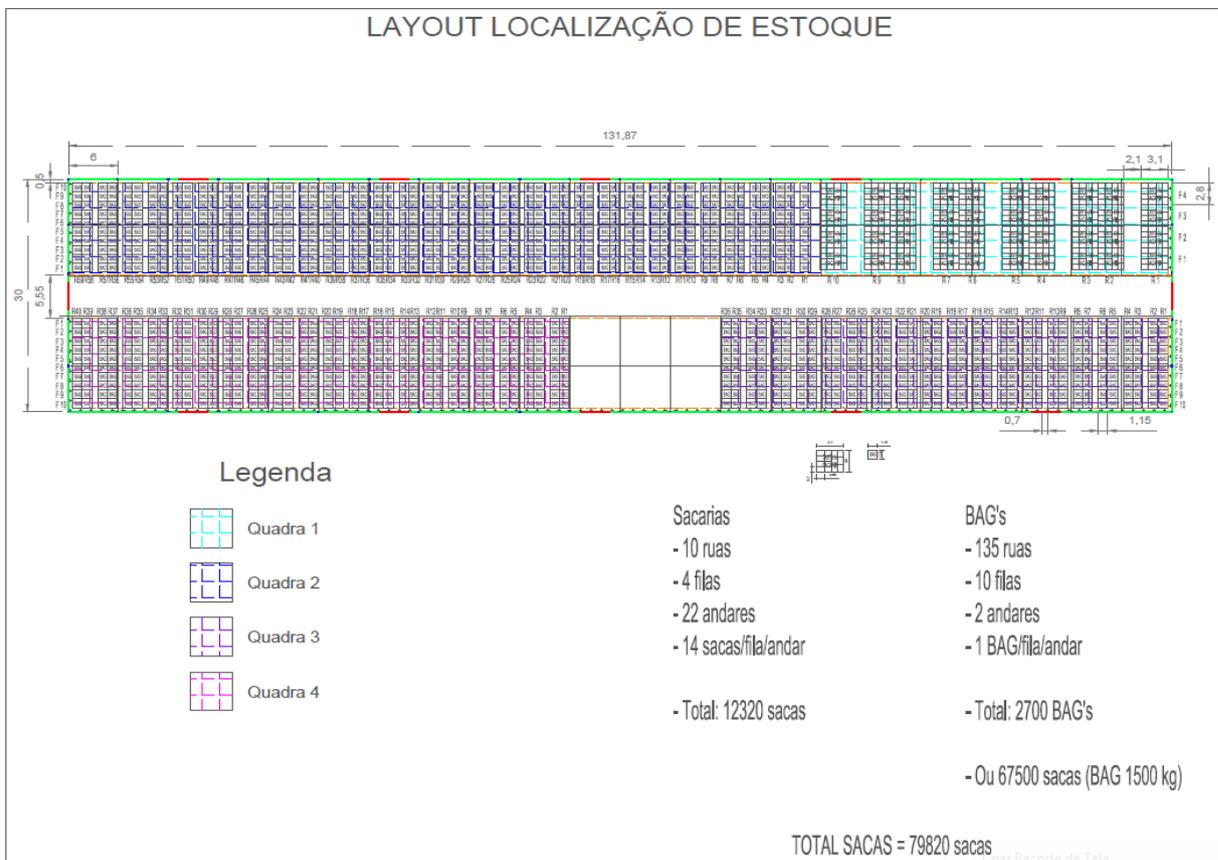


Figura 35 - Layout com localização de estoque

A alteração do layout só será executada assim que o novo balão de liga for instalado, previsto para Abril de 2017, pois com ele todo o café em sacaria será convertido para BAG, evitando o gasto de tempo e dinheiro com a movimentação das sacarias, que são pagas ao Sindicato dos Movimentadores de Mercadorias em Geral de Maringá por saca movimentada.

4.5.4 Etapa Melhorar (*Improve*)

Nesta etapa ocorreu a geração e seleção das soluções, sendo estas sugeridas e listadas ao longo de todo o projeto, não só na etapa Melhorar. A Tabela 3 demonstra como as melhorias eram listadas, basicamente é um 5W2H para todas as melhorias listadas.

Tabela 3 - 5W2H de algumas das ações do projeto

Nº ação	Ação	Tipo (Ganho rápido, FMEA, Otimização)	O que será feito? (What)	Responsável (Who)	Prazo (When)	Onde (Where)	Motivo (Why)	Como (How)	Quanto custa? (how Much)	Ganho reais	Estado
1	Marcar com Pincel Atômico as sacarias de lotes diferentes no mesmo caminhão	Ganho Rápido	Instrução para as unidades		Treinamento Classificação Em Abril	Sala de Classificação	Perda de tempo na identificação dos lotes	Apresentação durante o treinamento			finalizado
2	Organizar layout dos lotes que vão entrar em OS	FMEA	Avaliação da mudança do layout do armazém 29			Armazém 29	Agilidade para trabalhar café				Em análise
3	Trabalhar apenas com sacaria boa	Ganho Rápido	Levantar sacaria em mal estado, descartar o que não está conforme		dez/16	Armazém 26	Diminuir Quebra	Verificar sacarias bem como unidades.			Em andamento
4	Levantar unidades que enviam café	FMEA	Acompanhamento do recebimento de café		abr/16	Armazém 26	Diminuir Quebra	Anotar quais unidades enviam o café e criar			Em análise
5	Criar campo no sistema para	FMEA	SSI para que a TI crie o campo		abr/16	TI	Aumentar controle sobre compra e estoque				Em andamento
6	Divisão das atividades da classificação	Ganho rápido	Dividir as atividades da classificação entre cada classificador		jul/16	Classificação	Aumentar controle sobre serviços	Fazer a divisão através de divisão conforme			finalizado
7	Retirar Escritório Antigo do armazém 29	Ganho Rápido	Eliminação do escritório desativado do armazém		Concluído	Máquina de Café	Aumentar espaço de armazenagem				finalizado
8	Juntar lotes pequenos	FMEA	Juntar os lotes de até 15 sacas (avaliar tamanho) e de mesmo PIC		dez/16	Máquina de café	Criar lotes maiores para otimizar a venda	Levantar os lotes e bater no balão de liga			Inviável
9	Empilhadeira própria para Bags	Ganho Rápido	Adaptar garra própria para bags		Concluído	Máquina de Café	Com o Aumento da garra conseguimos carregar o caminhão sem que a empilhadeira de a volta no caminhão, ganhando assim agilidade	Comprar garra nova			Finalizado
10	Avaliar o número de remoções	FMEA	Levantar a quantidade de remoções de café, bem como ações de redução		abr/16	Máquina de Café	Caso o estoque esteja muito alto não temos muitas opções. O ideal é aumentar o número de bags e passar os novos recebimentos para Bag. Esperando o novo balaão de liga para fazer a ação.				finalizado
11	Vendas de lotes específicos	Ganho Rápido	Separar lotes específicos para vendas		mai/16	Máquina de Café	Ganhar agilidade de Set-up	Reuniões de programação.			Em andamento
12	Agendamento de embarque	FMEA	Negociar com as transportadoras o embarque			Máquina de Café	Ganhar agilidade nos embarques através da programação	Seguir novos padrões da COCAMAR			Em andamento
13	Substituição da tubulação	Ganho Rápido	Melhoramento da tubulação de escoamento de resíduo		Concluído	Máquina de Café	Diminuir Quebra				finalizado
14	Avaliar a possibilidade de cobrir a área de descarga do café em coco	FMEA	Orçamento de cobertura da área de recebimento do café em coco na máquina de café		abr/16	Máquina de Café	Possibilidade de descarga em dias de chuva				Em análise
15	Planejamento de Manutenção	FMEA	Avaliação de criticidade		Trabalho contínuo	Máquina de Café	Evitar perdas por máquinas quebradas.				Em andamento
16	Impedir que unidades classifiquem café de maneira errada	Ganho Rápido	Travar avaliação no sistema			Classificação	Evitar deságio	Campo onde coloca avaliação de bebidas só pode ser preenchido pelos classificadores em Maringá			finalizado
17	Máquina de passar fundo	Ganho Rápido	Otimizar máquina de passar fundo para recuperar café no resíduo		abr/16	Máquina de Café	Aumentar produtividade				finalizado

Na Figura 36 se pode ver um resumo das melhorias já finalizadas, as que estão em andamento, que ainda estão em análise de viabilidade e as inviáveis.

Quadro Resumo	
Finalizado	17
Em Andamento	14
Em Análise	10
Inviável	5
Total	46

Figura 36 - Resumo das ações de melhoria

4.5.5 Etapa Controlar (*Control*)

4.5.5.1 Procedimentos para Pesagem de Caminhão em Balança Rodoviária

Um dos modos de falha priorizados no FMEA, e que nos 5 Porquês gerou uma solução simples que resolveria diversos problemas foi de criar um procedimento para a pesagem de caminhões na balança de caminhões do Complexo do Café, que onde os caminhões são pesados na entrada e na saída, carregados e descarregados, de modo a pesar exatamente a quantidade de café necessária.

Um dos problemas citados foi o de que os caminhões subiam na balança por ambos os lados, sem um sentido obrigatório, sendo que em um dos lados há um declive que termina em cima da balança, e com os caminhões freando sobre a balança causa a perda de calibração e desalinhamento da balança com mais frequência.

Outros problemas envolvem procedimentos na hora da pesagem, como zerar sempre a balança antes do caminhão subir nela, verificar se a balança está limpa e sem pedras em suas frestas, verificar se não há ninguém sobre a balança na hora da pesagem, entre outros.

Um procedimento escrito foi desenvolvido para ser documentado formalmente, ver Figura 37, e outro procedimento mais visual foi desenvolvido para ser colado ao lado da balança, lembrando aos operadores da balança alguns pontos importantes, ver Figura 38.

<p style="text-align: center;">Procedimentos para Balança de Pesagem de Caminhões Máquina do Café</p> <p>1. Procedimentos para o Caminhão</p> <p>Todos os procedimentos citados são obrigatórios para caminhões externos ou internos à COCAMAR.</p> <p>No momento da pesagem não poderá haver nenhuma pessoa sobre a balança, no interior ou no exterior do caminhão, sendo que o motorista e qualquer acompanhante deverão descer do caminhão e aguardar a pesagem fora da balança.</p> <p>O sentido da balança é obrigatoriamente o que está indicado em placas sinalizadoras de ambos os lados da balança. Caso o caminhão entre na balança pelo lado contrário deve ser solicitado que o mesmo dê a volta e suba na balança pelo lado correto.</p> <p>A entrada na balança pelo caminhão só será liberada pelo responsável pela pesagem após a balança ser zerada. Caso o caminhão suba na balança sem a mesma haver sido zerada, deve-se solicitar para o caminhão sair de cima da balança, zerá-la, e aí sim liberar o caminhão para se posicionar sob a balança.</p> <p>Para quando for necessário realizar o Repeso do caminhão, por não bater o peso do caminhão com a nota fiscal, o caminhão deverá aguardar sobre a balança enquanto o café será buscado no armazém para completar o peso da balança ou será retirado de cima do caminhão, até que o peso do caminhão seja condizente com o da nota <u>fiscal</u>.</p> <p>2. Procedimentos de Checagem, Calibragem e Limpeza da <u>Balança</u></p> <p>A checagem da balança em três (3) pontos da balança deverá ser obrigatoriamente realizada uma (1) vez por semana, preferencialmente todas as segundas-feiras, anteriormente a qualquer pesagem e logo ao início do expediente de trabalho.</p> <p>A limpeza da balança, varrendo-a inteiramente e verificando todas as suas frestas à procura de pedras, deverá ser obrigatoriamente realizada pelo menos uma (1) vez ao dia, em horário próximo ao meio do turno diário de expediente, por volta do horário de almoço.</p> <p>A calibragem deverá ser obrigatoriamente realizada pelo menos uma (1) vez ao ano, por empresa especializada e certificada.</p>

Figura 37 - Procedimento escrito para a balança

PROCEDIMENTOS OBRIGATÓRIOS PARA BALANÇA

1. Verificar se a **BALANÇA** foi **ZERADA** antes da pesagem do caminhão, comando Ctr
Caso contrário, deve-se solicitar que o caminhão saia e suba novamente na balança.



2. Certificar-se que o caminhão subiu na balança pelo **SENTIDO CORRETO**.
Caso contrário, deve-se solicitar que o mesmo dê a volta e vá pelo sentido correto.



3. Verificar se não há **NINGUÉM SOBRE A BALANÇA** no momento da pesagem, pedindo educadamente que qualquer pessoa fora ou dentro do caminhão, e que esteja sobre a balança, se retire.

Figura 38 - Procedimento ilustrado para a balança

4.5.5.2 Gráficos de Controle do Processo

Nesta etapa, diversas tabelas e gráficos foram criados para realizar o acompanhamento do projeto por uma duração de 1 ano após o fim do mesmo, sendo isto realizado para certificar que os resultados alcançados ao longo do projeto sejam mantidos mesmo após o seu término oficial. Os gráficos e tabelas foram desenvolvidos no Microsoft Excel, buscando simplicidade e fácil acessibilidade para acompanhamento por qualquer pessoa.

Nas figuras que seguem poderão ser vistos todos os gráficos desenvolvidos.

Nas Figuras 39 e 40 tem-se gráficos iguais, o primeiro para o Benefício e o segundo para o Rebenefício, em cada figura o primeiro gráfico mostra um comparativo entre a produção total de 2015 e 2016, e a segunda um comparativo entre o acumulado ao longo do ano. Percebe-se para o Benefício, figura 39, que até o mês de julho a produção foi maior em 2016 que em 2015, porém após esse mês e causado por questões externas à Máquina de Café (como quebra de safra e alta competitividade) a produção diminuiu consideravelmente e de forma brusca. Para o Rebenefício, figura 40, o gráfico do acumulado mostra claramente que a produção aumentou muito de 2015 para 2016, mostrando claramente a melhora que o projeto trouxe neste setor.

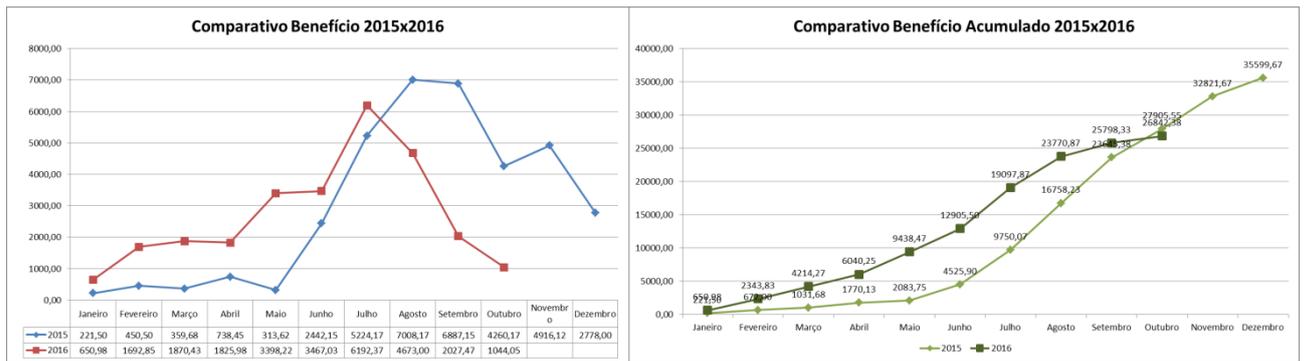


Figura 39 - Gráficos de controle para o Benefício

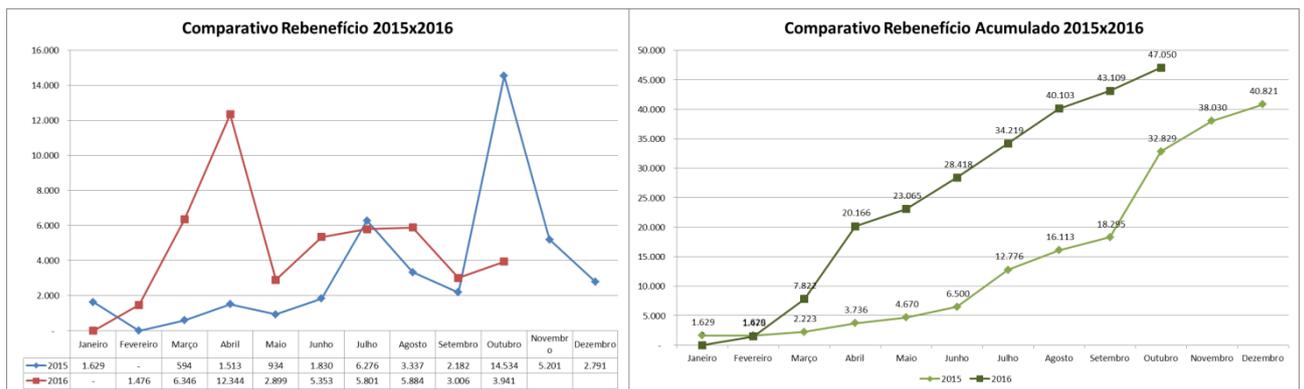


Figura 40 - Gráficos de controle para o Rebenefício

Na Figura 41, tem-se um comparativo entre os embarques realizados mensalmente na Máquina do Café, que basicamente são a soma entre o que é vendido e embarcado e o que é transferido para a Torrefação de Café, que faz parte do Complexo do Café. O gráfico também mostra um aumento significativo entre 2015 e 2016.

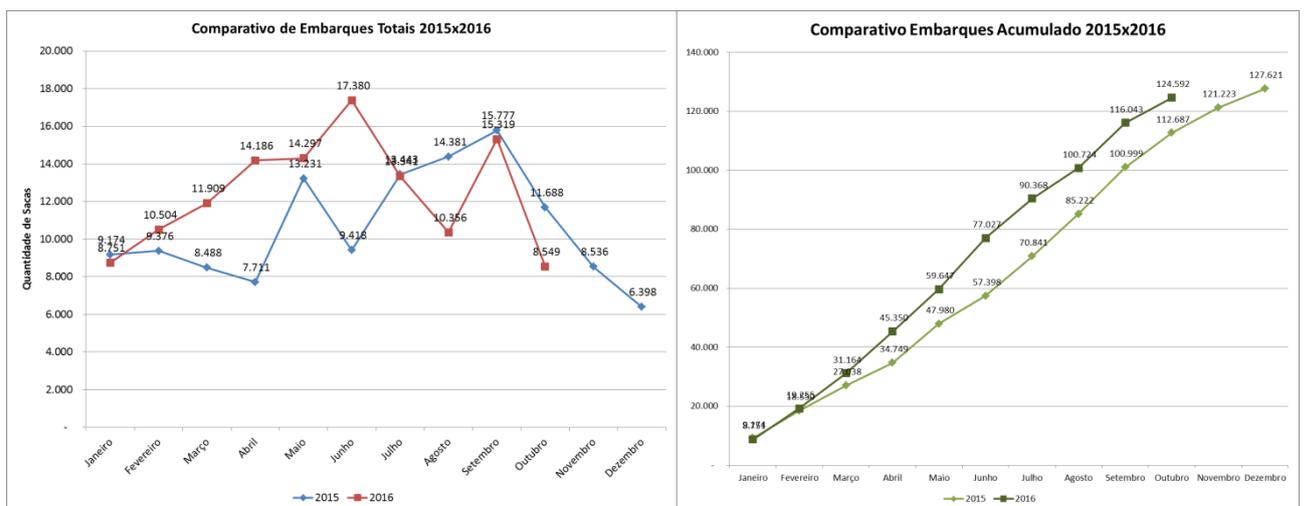


Figura 41 - Gráficos de controle para o Embarque de café

As Figuras 42 e 43, para o Benefício e o Rebenefício, respectivamente, demonstram no primeiro gráfico de cada figura a produção real para 1 turno produzido, e no segundo gráfico a produtividade em sacas/hora calculado pelo total produzido em 1 turno dividido pelo total de horas trabalhadas por mês. A produção foi padronizada para 1 turno pois nos meses de junho a outubro de 2015 houveram 2 turnos no Benefício, trabalhando 14 horas por dia, enquanto em 2016 trabalhou-se 1 turno em todo o ano, para que os dados não demonstrassem erroneamente a realidade foram padronizados para 1 só turno. E no segundo gráfico de cada figura vê-se as metas para 2017 e para 2020 do projeto.

Em ambas figuras se vê uma melhora clara de 2015 para 2016, o aumento na produção e na produtividade ocorreu consideravelmente.

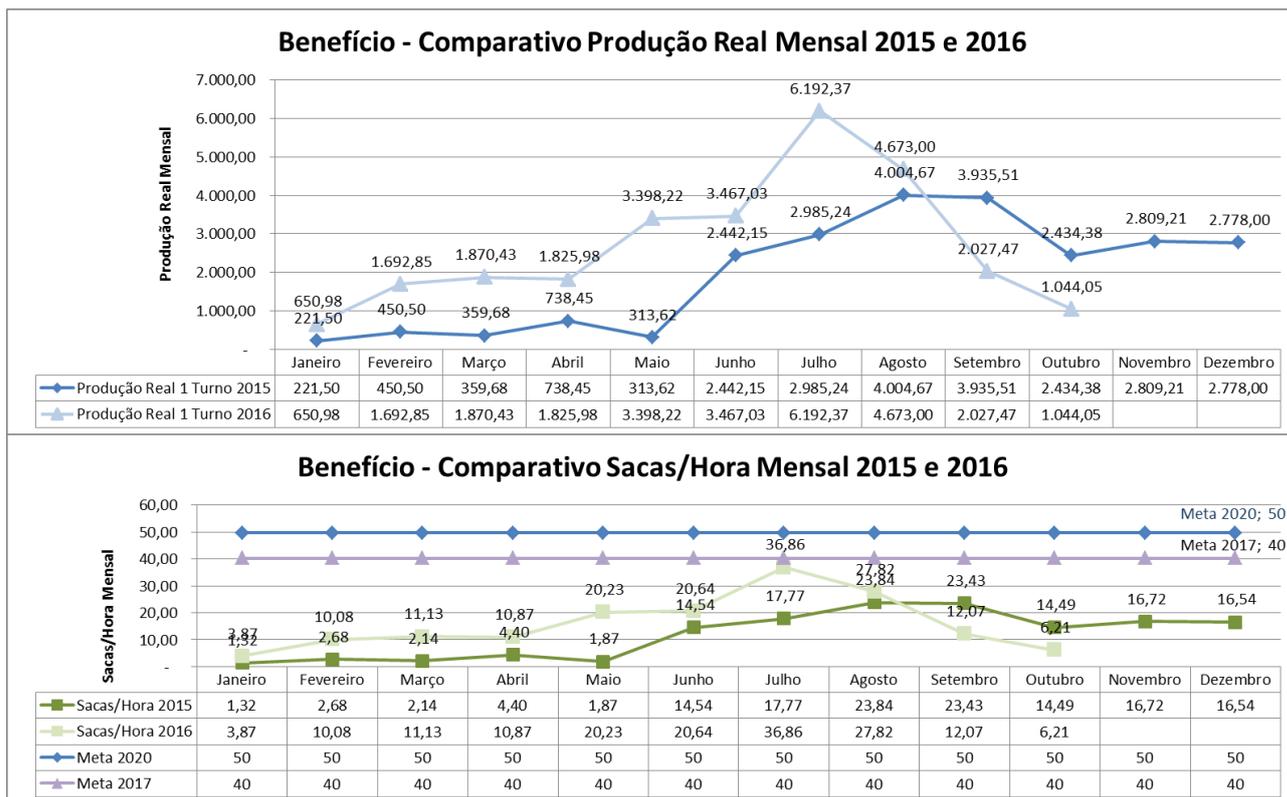


Figura 42 - Gráficos comparativos de produção e de produtividade em sacas/hora para o Benefício

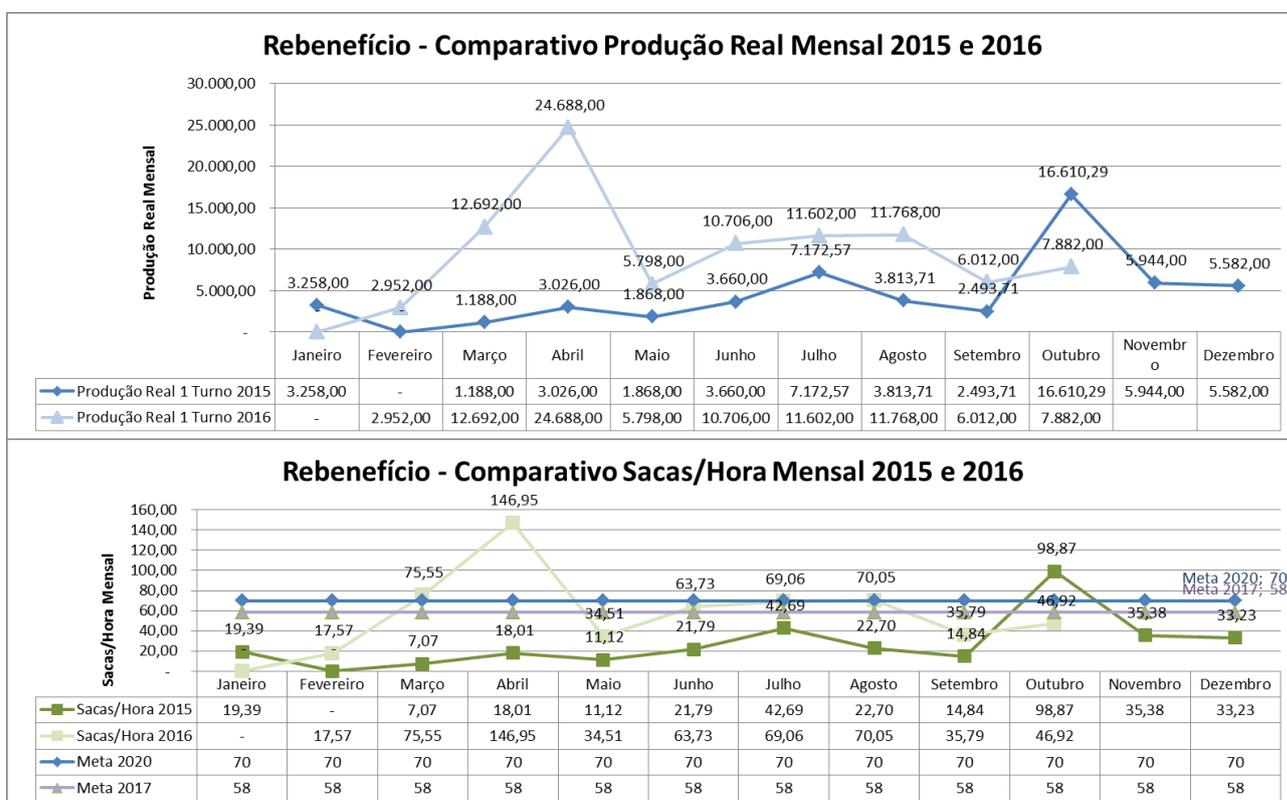


Figura 43 - Gráficos comparativos de produção e de produtividade em sacas/hora para o Rebenefício

Na Figura 44 tem-se um gráfico de controle que mostra o estoque em meses de 2013 até 2016, sendo estes valores calculados pelo valor do estoque atual de cada mês dividido pelo total de saídas no respectivo mês. Esses valores discriminados poderão ser vistos na Figura 45.

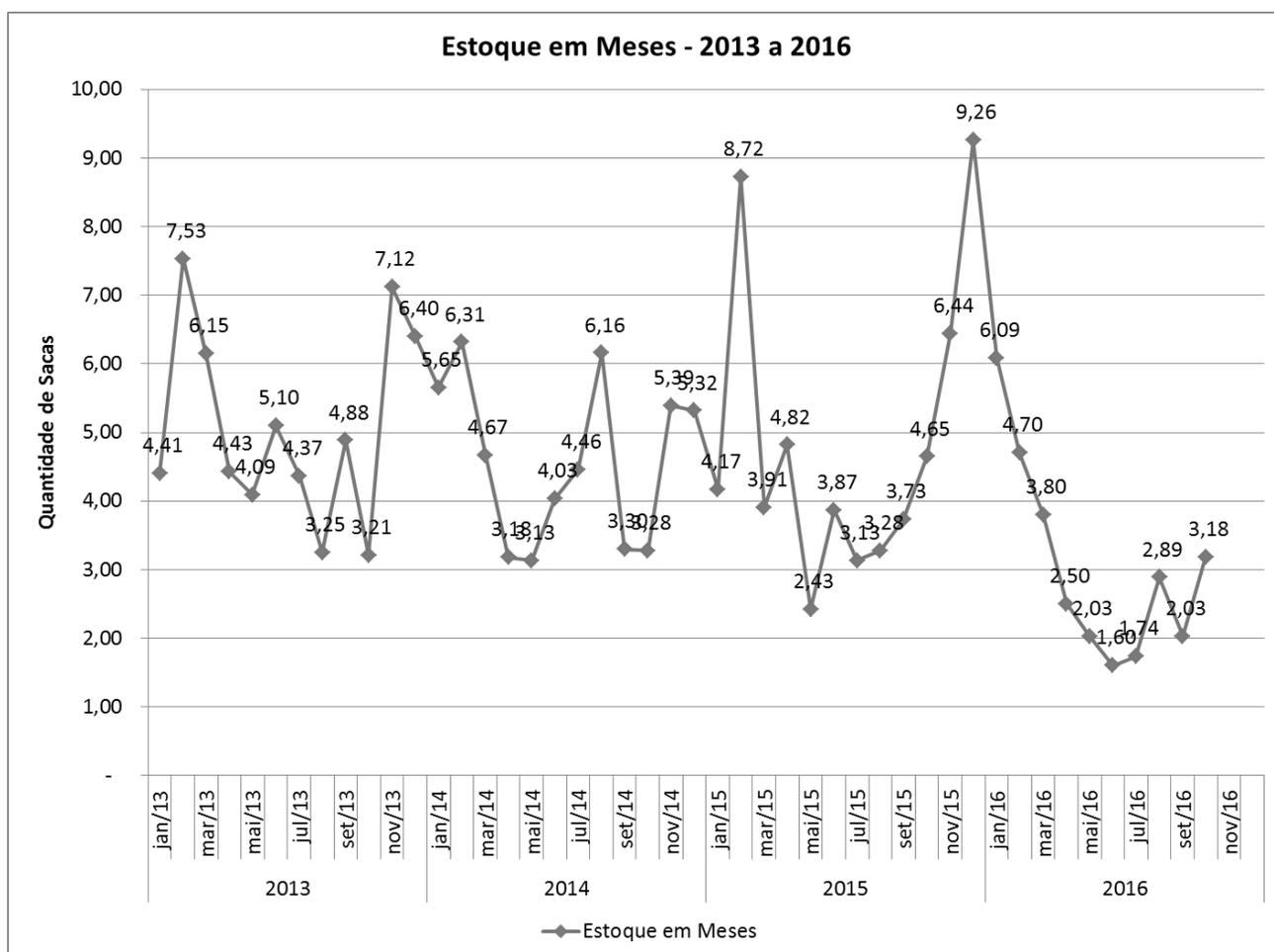


Figura 44 - Gráfico de controle do estoque em meses de café

No gráfico da Figura 45 tem-se um acompanhamento do estoque de café beneficiado em toda a máquina do café de 2013 a 2016. A linha azul demonstra a quantidade total de entradas de café, a linha vermelha são as saídas e a roxa é a quantidade total em estoque.

Percebe-se que em 2015 e nos anos anteriores a quantidade de saídas era menor que a de entradas, causando a quantidade muito alta de café em estoque, chegando a 60000 sacas, mas com o início do projeto em janeiro de 2016 percebeu-se uma queda expressiva na quantidade de café em estoque, causada pelo aumento das saídas quando comparadas às entradas.

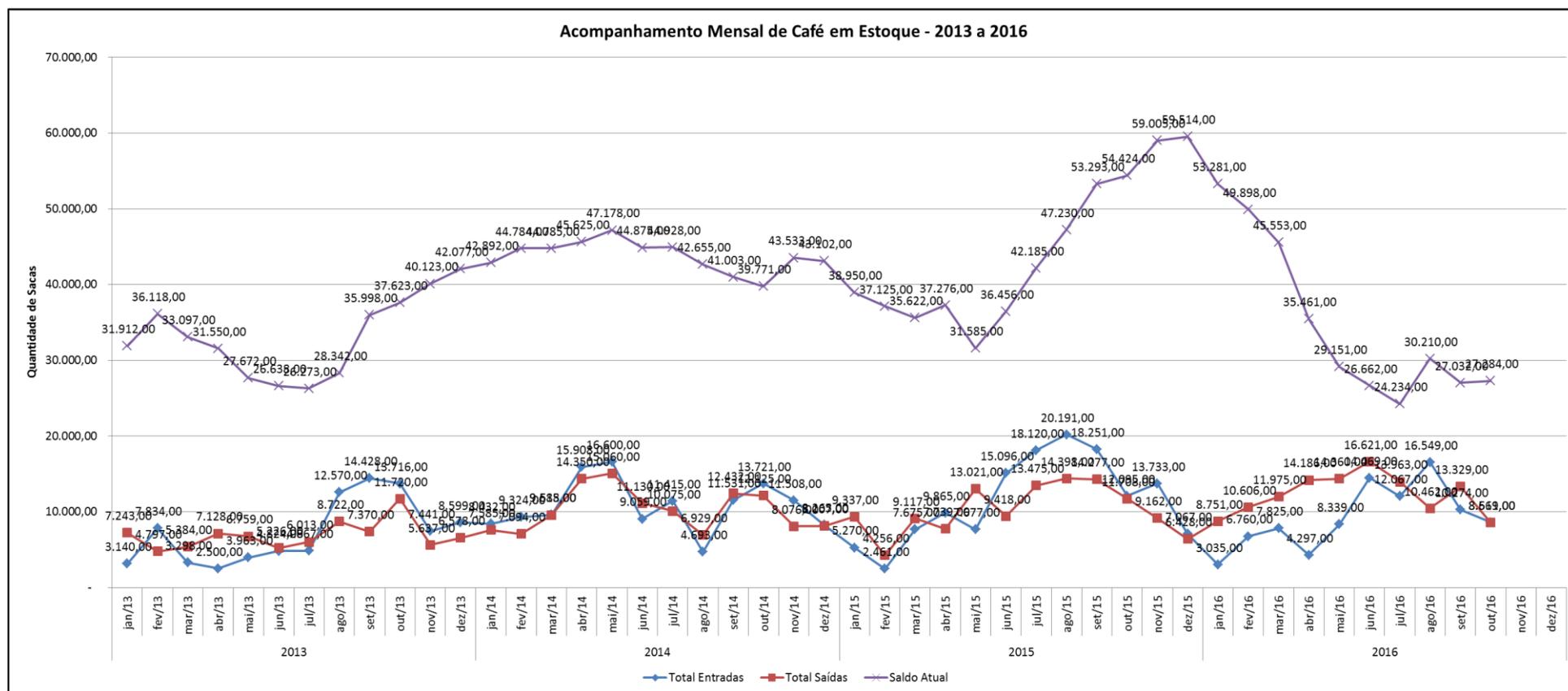


Figura 45 - Gráfico de controle da quantidade de sacas de café em estoque, de 2013 a 2016

4.6 Considerações finais do capítulo

No presente capítulo foi apresentado todo o desenvolvimento do projeto *Lean Seis Sigma*, passando pela caracterização da empresa, do setor trabalhado e do processo, para se ter conhecimento geral e entendimento da situação em que se encontrava o local antes da aplicação do projeto, e depois todo o trabalho executado foi apresentado de acordo com as etapas do DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), descrevendo em detalhes as metodologias e ferramentas aplicadas de maneira a alcançar os objetivos geral e específicos do projeto.

Os resultados alcançados, dificuldades e oportunidades para novos projetos no local serão apresentados no capítulo seguinte, com a conclusão do trabalho.

5 CONCLUSÃO

5.1 Contribuições

O objetivo geral do trabalho era de aplicar o *Lean Seis Sigma* na Indústria de Beneficiamento de Café de uma cooperativa agroindustrial, sendo que este foi cumprido dentro do prazo determinado, tendo durado de 10 de janeiro de 2016 a 16 de dezembro de 2016.

Um dos objetivos específicos foram de mapear e analisar os processos da indústria, identificado e aplicando melhorias, sendo que foi cumprido e pode ser visto na etapa Medir e Melhorar, e as melhorias foram acompanhadas com a ferramenta 5W2H, algumas finalizadas, outras ainda em execução, e algumas em análise para futuramente serem implantadas, porém já trouxeram resultados expressivos na organização e nos processos executados. Este objetivo já está conectado com outro de diminuir perdas e desperdícios gerados por falhas nos processos e nas atividades executadas, pois diversas melhorias foram neste sentido, tanto melhorias no sistema ERP, quanto em processos e máquinas.

O objetivo específico de aumentar a capacidade produtiva do beneficiamento foi alcançado nas Baianas (último processo do benefício) após diversas melhorias de maquinário e manutenção, porém nas Eletrônicas (último do rebenefício) depende muito de investimentos altos, o que o fez ser postergado para o ano de 2017, constando no tópico Trabalhos Futuros.

5.2 Dificuldades e Limitações

Uma das maiores dificuldades, e que ao longo do projeto foi superada, foi da desmotivação e falta de auxílio por parte dos trabalhadores e encarregados da Máquina de Café, justa pela falta de investimentos e de cuidado que o Complexo vinha passando a longo dos anos. Porém com o empenho da equipe, que mostrou ao longo do tempo que o projeto traria resultados e faria a máquina ser vista e cuidada, a equipe se tornou mais empenhada em auxiliar no que era necessário. Na Figura 44 pode ser vista análise GRIP da mudança da equipe desde o início do projeto, na etapa Definir, até próximo ao final do projeto, ao fim da etapa Analisar.

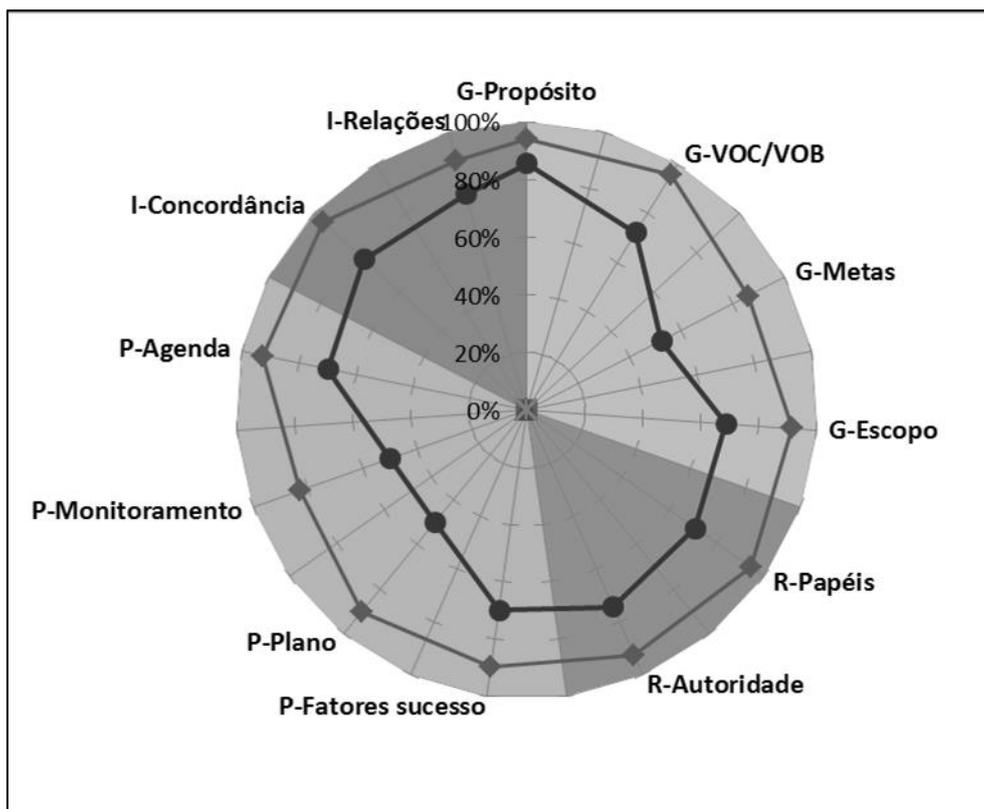


Figura 46 – Análise GRIP da etapa Definir, linha mais próxima ao centro, e da Analisar, linha externa

Outra dificuldade foi a quebra de safra que ocorreu no ano de desenvolvimento do projeto, 2016, que atrapalhou a obtenção de alguns dados, como capacidade produtiva, disponibilidade, entre outros, pois a partir do mês de agosto houve uma queda significativa da entrada de café em coco na Máquina de Café, impedindo a observação e obtenção de dados *in loco*.

5.3 Trabalhos Futuros

Pelo projeto ter sido o primeiro de maior magnitude na Máquina do Café, diversos problemas a serem tratados surgiram ao longo do desenvolvimento do mesmo, porém nem todos puderam ser trabalhados por falta de recursos, de tempo, de pessoas, recursos financeiros, etc., ficando algumas etapas e atividades planejadas para o futuro, e separados por gerações, assim como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 - Gerações do projeto

	Geração 1 (Meta 2016)	Geração 2 (Meta 2017/2020)	Geração 3
Visão	Aumentar Produtividade da Máquina de Café I	Aumentar Produtividade da Máquina de Café II	Aumentar Produtividade da Máquina de Café III
Processos	Processo de Benefício Processo de Rebenefício Carga e Descarga de Café em Coco e Beneficiado Balão de Liga Sistema de Produção	Processo de Benefício Processo de Rebenefício Carga e Descarga de Café em Coco e Beneficiado Balão de Liga Sistema de Produção	Processo de Benefício Processo de Rebenefício Carga e Descarga de Café em Coco e Beneficiado Balão de Liga Sistema de Produção
Entregas	Série de Pequenas Melhorias na Máquina de Café Regras de Logística Interna Procedimento para Balança Boletim de Produção Projeto das mudanças Futuras	Nova Seletora Eletrônica Novo Balão de Liga Minimização do uso de sacarias Mudança de Layout do Armazém 26 Sistema de Armazenagem	Cálculo do OEE/AE PCP para Máquina de Café Rastreabilidade via Código de Barras
Metas		Aumentar a produtividade no Benefício de 19 scs/hr em 2015 (produção real de 35.600 sacas no ano) para 40 scs/hr em 2017 (74.478 sacas anuais de acordo com P.E.). Para o Rebenefício a meta é aumentar de 44 scs/hr em 2015 (produção real de 81.640 sacas no ano) para 58 scs/hr em 2017 (107.778 sacas anuais de acordo com P.E.).	
Prazos	16/12/2016	01/12/2017	2020

Pode ser visto que diversas e importantes etapas ficaram para o futuro, dependendo de esforços e projetos a serem desempenhados nos próximos anos, como a implantação do novo layout planejado para 2017, juntamente com a compra da nova máquina Eletrônica, e outras etapas mais distantes por serem ainda mais difíceis, como implantação do indicador de OEE e o setor de PCP.

REFERÊNCIAS

Aplicação de *Lean Manufacturing* em uma Linha de Produção de uma Empresa do Setor Automotivo. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/42916442.pdf>> Acesso em 20/05/2016.

Associação Brasileira da Indústria de Café. Indicadores de Desempenho da Cafeicultura Brasileira. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=52>> Acesso em 02/07/2016.

ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2001. 6 p. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 175p.

BEZERRA, Filipe. Diagrama de Ishikawa – Causa e Efeito. Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito.html>> Acesso em 18/09/2016.

Instituto PHD. Pesquisa Quantitativa e Pesquisa Qualitativa: Entenda a diferença [atualizado], 2015. Disponível em: <<http://www.institutophd.com.br/blog/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-entenda-a-diferenca/>> Acesso em 10/07/2016.

CANTIDIO, Sandro. Takt time e Tempo de Ciclo. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/takt-time-e-tempo-de-ciclo/30425/>> Acesso em 19/09/2016.

COSTAS, Ruth. Entenda por que a produtividade no Brasil não cresce. Da BBC Brasil em São Paulo. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/05/140519_produtividade_porque_ru>. Acesso em: 18/05/2016.

ENDEAVOR BRASIL. Mapa mental: arrume a bagunça no seu projeto. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/mapa-mental/>> Acesso em 18/09/2016.

FUZZI, Ludmila Pena. O que é a Pesquisa de Campo?. 2010. Disponível em: <<http://profludfuzzimetodologia.blogspot.com.br/2010/03/o-que-e-pesquisa-de-campo.html>> Acesso em 07/07/2016.

HORS, Cora; GOLDBERG, Anna Carla; ALMEIDA, Ederson Haroldo Pereira de; BABIO, Fernando Galan Júnior; RIZZO, Luiz Vicente. Aplicação das ferramentas de gestão empresarial *Lean Seis Sigma* e PMBOK no desenvolvimento de um programa de gestão da pesquisa científica. Disponível em: <http://scielo.br/pdf/eins/v10n4/pt_v10n4a15.pdf> Acesso em 21/05/2016.

INDÚSTRIA HOJE. O que é FMEA? Disponível em: <<http://www.industriahoje.com.br/fmea>> Acesso em 19/09/2016.

LUCAS, Adriano. Top 10 Maiores Produtores de Café do Mundo, 2005. Disponível em: <<http://top10mais.org/top-10-maiores-produtores-de-cafe-do-mundo/>> Acesso em 03/07/2016.

MAHALIK, Pradeep. Por que o Project Charter é um documento vital para o Seis Sigma. Disponível em: <<http://www.qsp.org.br/project.shtml>> Acesso em 05/12/2016.

MANI, Grazielle Moro; PÁDUA, Fabian Serralha Miranda de. *LEAN SEIS SIGMA*. Interface Tecnológica – v.5 – n.1 – 2008. Disponível em: <<http://www.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/arquivos/volume5/artigo10.pdf>> Acesso em 21/05/2016.

MIRANDA FILHO, Maurício. Dicas para montar um Diagrama SIPOC. Disponível em: <<http://www.advanceconsultoria.com/?p=5025>> Acesso em 18/09/2016.

PORTAL ADMINISTRAÇÃO. Diagrama de Pareto: Guia Geral (passo a passo). Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com/2014/04/diagrama-de-pareto-passo-a-passo.html>> Acesso em 19/09/2016.

QUALIDADE TOTAL Para os que Pensam e Buscam a Qualidade. Os 5 Porquês (5-Why) – Análise da Causa Raiz. Disponível em: <<http://www.apostilasdaqualidade.com.br/os-5-porques-5-why-analise-da-causa-raiz/#ixzz4KxjAfr5/>> Acesso em 19/09/2016.

QUALYTEAM. Como as ferramentas da qualidade ajudam a gestão do projeto – Diagrama de Pareto. Disponível em: <<http://blog.qualidadesimples.com.br/2015/07/30/como-as-ferramentas-da-qualidade-ajudam-a-gestao-do-projeto-diagrama-de-pareto/>> Acesso em 19/09/2016.

RODRIGUES, Manoel. Como calcular a capacidade de produção de um negócio. Disponível em: <<http://www.comofazertudo.com.br/neg%C3%B3cios/como-calculer-a-capacidade-de-produ%C3%A7%C3%A3o-de-um-neg%C3%B3cio>> Acesso em 19/09/2016.

RUGONI, José Ricardo. Fluxograma Matriz SIPOC - aprenda a fazer este fluxograma. Disponível em: <<http://www.totalqualidade.com.br/2012/03/fluxograma-matriz-sipoc-aprenda-fazer.html/>> Acesso em 18/09/2016.

SANTOS, Carlos José Giudice dos. Tipos de Pesquisa. Disponível em: <http://www.oficinadapesquisa.com.br/APOSTILAS/METODOL/_OF.TIPOS_PESQUI SA.PDF> Acesso em 10/07/2016.

SILVA, Alessandro Lucas da. Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. doi:10.11606/T.18.2009.tde-11122009-134838. Acesso em 05/12/2016.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. FMEA – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/fmea-processo-analise-modos-falhas-efeitos/>> Acesso em 19/09/2016.

TEIXEIRA, Ana Luisa Alves. Mapeamento de Processos: Teoria e Caso Ilustrativo. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2013/relatorios_pdf/ctc/IND/IND-AnaLuisaAlvesTeixeira.pdf> Acesso em 18/09/2016.

VILAÇA, Márcio Luiz Corrêa. Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. Disponível em: < http://www.uniabeu.edu.br/publica/index.php/RE/article/viewFile/26/pdf_23> Acesso em 10/07/2016.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196