

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

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN SEIS SIGMA* COM
FOCO NA FERRAMENTA DMAIC EM UMA INDÚSTRIA DE
FIOS**

Rayra Rodrigues Nogueira

**Maringá - Paraná
Brasil**

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

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN* SEIS SIGMA COM
FOCO NA FERRAMENTA DMAIC EM UMA INDÚSTRIA DE
FIOS**

Rayra Rodrigues Nogueira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito de avaliação no curso de graduação em
Engenharia de Produção na Universidade Estadual de
Maringá – UEM.

Orientador(a): Profa. Msc. Syntia Lemos Cotrim

**Maringá - Paraná
2015**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida e a todos que me incentivaram durante meus cinco anos de curso.

EPÍGRAFE

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer!”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me ajudar chegar até aqui, por me ajudar a superar os obstáculos e me dar força e esperança a cada dia que passava.

Aos meus pais Dilermando Bueno Nogueira e Lúcia Rodrigues Nogueira, por todo apoio, dedicação e carinho em todos os momentos da minha vida, em estarem ao meu lado sempre me incentivando, me dando forças para buscar o melhor.

Aos meus amigos que transformaram esta difícil e longa jornada em momentos maravilhosos e divertidos. Sem eles os estudos na madrugada seriam chatos e cansativos, os finais de semana seriam sem graça e as aulas seriam apenas um compromisso e não um momento divertido do meu dia.

Agradeço as pessoas que trabalharam comigo e à empresa que teve disponibilidade e me deu abertura para conduzir meu estudo.

A minha orientadora Syntia Lemos, pela paciência e dedicação para a realização deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

.

RESUMO

Devido à concorrência acirrada das empresas em conseguir ampliar a participação no mercado, há um aumento de interesse no que se diz respeito aos assuntos relacionados com redução de custos, eficiência nos negócios e nos processos, adquirir novos clientes, aumento da qualidade e melhoria contínua. Diante dessas situações, as empresas estão adotando algumas práticas que buscam melhorar suas estratégias, compreender mais as necessidades de seus clientes e promover o crescimento dos negócios, para isso os Programas *Lean Manufacturing* e Seis Sigmas vieram com o intuito de fazer com que as empresas consigam obter a melhoria contínua em seus negócios. O presente trabalho apresenta um estudo de caso em uma indústria de fios têxteis que com o objetivo de aumentar o faturamento dos seus negócios e a eliminação de desperdícios, foi utilizado a metodologia do Programa *Lean Seis Sigma* para auxiliar no alcance do mesmo. Com a implantação do programa, a indústria obteve um pequeno aumento em seu resultado, 37,38% de aumento comparando-se os meses de janeiro até julho de 2014 e 2015, melhoraram vários processos em relação ao faturamento dos representantes e aos fretes, como também houve uma redução do estoque de matéria-prima de aproximadamente 9% comparando-se os dados de janeiro a setembro de 2014 e 2015, todos os ganhos ainda estão sendo acompanhados, pois o projeto continua em andamento. O prazo final para coleta dos dados e finalização do projeto será no mês de janeiro do ano de 2016, em que serão analisados os dados do ano completo de 2015 e verificados todas as melhorias após a realização do projeto.

Palavras-chave: *Lean Seis Sigma*; Resultado; DMAIC; Indústria de fios têxteis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Justificativa	2
1.2	Definição e delimitação do problema	3
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo Geral	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	<i>Lean Manufacturing</i>	4
2.2	Seis Sigma.....	5
2.3	<i>Lean Seis Sigma</i>	7
2.4	Ferramentas do <i>Lean Seis Sigma</i>	9
2.4.1	<i>Project Charter</i>	11
2.4.2	Diagrama de Gantt.....	12
2.4.3	SIPOC.....	13
2.4.4	Diagrama de Pareto	14
2.4.5	Diagrama de Causa e Efeito	15
2.4.6	FMEA.....	16
2.5	Metodologia DMAIC.....	17
2.5.1	Etapa <i>Define</i> (Definir)	18
2.5.2	Etapa <i>Measure</i> (Medir).....	19
2.5.3	Etapa <i>Analyze</i> (Analisar)	20
2.5.4	Etapa <i>Improve</i> (Melhorar)	21
2.5.5	Etapa <i>Control</i> (Controle).....	22
2.6	Aplicações da metodologia Seis Sigma	23
2.7	Indústria Têxtil.....	25
2.7.1	Fiação Têxtil.....	27
2.8	Resultados Financeiros	30
3	Método de pesquisa	32
4	ESTUDO DE CASO	34
4.1	Caracterização da Empresa	34
4.1.1	A Indústria de Fios Têxteis.....	36
4.2	Caracterização do processo.....	37
4.3	Aplicação do Método DMAIC	40
4.3.1	Etapa <i>Define</i> (Definir)	40

4.3.1.1	Análises do projeto.....	41
4.3.1.2	Elaboração do <i>Project Charter</i>	43
4.3.1.3	SIPOC.....	44
4.3.1.4	Cronograma do projeto.....	46
4.3.1.5	Estratificação dos ys - Pareto	46
4.3.1.6	Árvore de Requerimentos.....	49
4.3.2	Etapa <i>Measure</i> (Medir).....	50
4.3.2.1	Ações de ganhos rápidos	51
4.3.2.2	Diagrama de Causa e Efeito	52
4.3.2.3	Plano de coleta de dados	52
4.3.2.4	Validação do Sistema de Medição	56
4.3.3	Etapa <i>Analyse</i> (Analisar)	58
4.3.3.1	Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA)	58
4.3.3.2	5 Porquês	62
4.3.3.3	Listar soluções.....	62
4.3.3.4	Análise de Resistências do Projeto e Validação da Etapa.....	63
4.3.4	Etapa <i>Improve</i> (Melhorar)	65
4.4	Resultados e Discussões	66
4.4.1	Etapa <i>Control</i> (Controlar).....	67
5	Considerações finais	73
5.1	Barreiras e limitações.....	73
5.2	Trabalhos Futuros	74
6	REFERÊNCIAS	75
7	ANEXO A - PROJECT CHARTER	78
8	ANEXO B - CRONOGRAMA DO PROJETO	79
9	ANEXO C - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	80
10	ANEXO D - FMEA	81
11	ANEXO E - LISTA DE IDEIAS.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira.....	6
Figura 2: <i>Lean</i> Seis Sigma: solução híbrida cuja funcionalidade supera a soma de suas partes.	8
Figura 3: Modelo <i>Project Charter</i>	12
Figura 4: Exemplo Gráfico de Gantt	13
Figura 5: Exemplo SIPOC.....	14
Figura 6: Exemplo de Gráfico de Pareto.	15
Figura 7: Exemplo Diagrama Causa e Efeito.	16
Figura 8: Formulário básico - FMEA.	17
Figura 9: Integração das ferramentas <i>Lean</i> Seis Sigma ao DMAIC - Etapa <i>Define</i>	19
Figura 10: Integração das ferramentas <i>Lean</i> Seis Sigma ao DMAIC - Etapa <i>Measure</i>	20
Figura 11: Integração das ferramentas <i>Lean</i> Seis Sigma ao DMAIC - Etapa <i>Analyze</i>	21
Figura 12: Integração das ferramentas <i>Lean</i> Seis Sigma ao DMAIC - Etapa <i>Improve</i>	21
Figura 13: Integração das ferramentas <i>Lean</i> Seis Sigma ao DMAIC - Etapa <i>Control</i>	23
Figura 14: Fluxograma dos processos de obtenção dos fios cardados, penteados e <i>open end</i>	29
Figura 15: Organograma.....	35
Figura 16: Organograma da Indústria de Fios Têxteis.	37
Figura 17: Fluxograma do processo.	38
Figura 18: Processo de vaporização dos fios.....	40
Figura 19: SIPOC Indústria de Fios Têxteis.....	45
Figura 20: Estratificação "Aumentar resultado".....	46
Figura 21: Estratificação "Diminuir custo".	47
Figura 22: Estratificação "Aumentar receita".....	47
Figura 23: Requerimentos do cliente (CTQs).....	50
Figura 24: Ações de ganho rápido.	51
Figura 25: Plano de coleta de dados.	53
Figura 26: Questionário de validação.	57
Figura 27: Lista dos valores da Severidade, Ocorrência e Detecção.....	60
Figura 28: Análise GRIP.	64
Figura 29: Classificação Investimento, Impacto e Implantação.....	66
Figura 30: <i>Project Charter</i>	78
Figura 31: Cronograma do Projeto - Gráfico de Gantt.....	79
Figura 32: Diagrama de Causa-efeito.....	80
Figura 33:FMEA.	81
Figura 34: Geração de ideias.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características complementares das abordagens Seis Sigma e <i>Lean</i>	9
Quadro 2: Ferramentas da qualidade.	10
Quadro 3: Análise de adequação ao Seis Sigma.....	41
Quadro 4: Análise Operacional (<i>Stakeholder</i>).	42
Quadro 5: Probabilidade de sucesso.	43
Quadro 6: Plano de ação FMEA.....	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estratificação Receita x Produto.	48
Gráfico 2: Estratificação Receita x Linha.....	49
Gráfico 3: Estratificação Receita x Produtos.....	49
Gráfico 4:Estoque em dias de M.P.	53
Gráfico 5: Juros de M.P.....	54
Gráfico 6: Juros sobre Estoques de M.P.....	55
Gráfico 7: Cenário - Juros sobre Estoques de M.P.....	55
Gráfico 8: Estoques Fios dias.	56
Gráfico 9: Capacidade do processo atual.	58
Gráfico 10: Resultado da análise GRIP.....	65
Gráfico 11:Valor M.P, ESALQ, NY.	67
Gráfico 12: Estoque em dias M.P.....	68
Gráfico 13: Estoque em dias Fios.....	68
Gráfico 14: Juros M.P.....	69
Gráfico 15:Resultado Representantes.....	70
Gráfico 16: Capacidade do processo após mudanças.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCP	Planejamento e Controle da Produção
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
DMADV	<i>Define, Measure, Analyze, Design, Verify</i>
DPMO	Defeitos por Milhão de Oportunidades
JIT	<i>Just in Time</i>
ROIC%	Retorno sobre o Capital Investido
SIPOC	<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
PET	Polietileno Tereftalato
CTQ	<i>Critical To Quality</i>
VOC	<i>Voice of Customer</i>
NPR	Nota Promissória Rural
RPN	<i>Risk Priority Number</i>
GRIP	<i>Goals, Roles, Interpersonal, Process</i>
CEP	Controle Estatístico do Processo
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
M.P.	Matéria-Prima
DFLSS	<i>Design for Lean Six Sigma</i>

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil e confeccionista brasileira possui grande influência na economia nacional, tanto no quesito que se refere a geração de empregos, quanto no valor de sua produção. O Brasil é o sétimo maior produtor de artigos de confeccionados e o oitavo maior na produção de têxteis, devido ao grande número de consumidores, sua produção é destinada principalmente ao consumo interno (BRASIL TÊXTIL, 2006).

Decorrente ao processo de globalização dos mercados e seu efeito sobre os padrões de conduta econômica, política, social e organizacional, a questão da competitividade; que pode ser definida como a habilidade da organização em produzir produtos com mais qualidade do que seus concorrentes, seguindo os limites estabelecidos pela sua capacitação tecnológica, gerencial, financeira e comercial; está se tornando um assunto cada vez mais importante e indispensável (MACHADO-DA-SILVA; FONSECA, 2010).

Para Breyflog III (2003), a alta concorrência das organizações resulta em uma pressão em se criar produtos inovadores em um menor tempo, aumentar sua eficiência e produtividade. Principalmente as organizações de manufatura, as quais sentem a constante obrigação de melhorar a qualidade ao mesmo tempo diminuir os custos e aumentar os volumes de produção utilizando menos recursos.

Esses dois fatores, qualidade e produtividade, são relevantes na perpetuidade da organização e de seus produtos e serviços, e tem como relação direta a redução dos custos, identificação e diminuição de perdas nos processos, e, aumento da competitividade e atenção às necessidades dos clientes (GOULART; BERNEGOZZI, 2010).

No que diz respeito ao aumento da competitividade, o foco das organizações está voltado cada vez mais em otimizar os recursos e aumentar a produtividade. Os esforços do mundo corporativo moderno têm sido direcionados devido a esta busca em produzir o máximo de valor utilizando o mínimo de recursos, e com o passar do tempo, diversas técnicas e metodologias têm sido desenvolvidas com a finalidade de fornecer uma abordagem estruturada para esse processo (FERNANDES, 2005). Uma das metodologias que fazem esta abordagem estruturada é a metodologia Seis Sigma e a metodologia *Lean Manufacturing*.

O programa Seis Sigma é uma ferramenta estratégica de gerenciamento que as empresas estão adotando para alavancar os negócios nas grandes corporações. Essa metodologia é aplicada

com o intuito de melhorar os processos, incidindo nas causas raízes e obtendo o nível de qualidade requerido pelos clientes (ARIENTE *et al.*, 2005).

A metodologia do *Lean Manufacturing* fornece ferramentas para a análise de fluxo de processo e tempos de atraso em cada atividade em um processo e foca em maximizar a velocidade do mesmo; distingue as atividades que possuem valor-agregado e as que não possuem e neste trabalhar com ferramentas para eliminar suas causas, como também seu custo (GEORGE, 2003).

O programa que resulta da junção dos pontos fortes de cada uma das metodologias Seis Sigma e *Lean Manufacturing* é denominado *Lean Seis Sigma*, uma estratégia mais abrangente, pois o *Lean Manufacturing* não possui ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade, o que já é constituído no Seis Sigma e o Seis Sigma não tem como foco a melhoria da velocidade dos processos e a redução do *lead time*, o que já contempla no *Lean Manufacturing*. Assim pode-se dizer que o *Lean Seis Sigma* é uma metodologia adequada para solução de todos os tipos de problemas que tem como foco à melhoria de processos e produtos (WERKEMA, 2006).

Considerando a relevância deste assunto, este trabalho aborda a análise do diagnóstico, estudo e implantação de melhorias nos processos de uma indústria de fios têxteis e o comercial de fibras de uma empresa de grande porte, que se situa no estado do Paraná. Utilizando a metodologia *Lean Seis Sigma*, esta pesquisa tem como o intuito a busca de soluções viáveis para aumentar o resultado da indústria a qual tem ligação direta com a visão da empresa que é crescer com rentabilidade.

1.1 Justificativa

Devido à grande competitividade com o mercado internacional, principalmente com os países asiáticos, as indústrias têxteis brasileiras se veem obrigadas a aperfeiçoar os processos organizacionais e fabricar produtos com mais qualidade a preços baixos.

Levando em consideração esta questão, na empresa em estudo, há algumas falhas em alguns processos internos e externos que influenciam diretamente e indiretamente no resultado, como por exemplo, no que diz respeito ao gerenciamento de estoques e de matéria-prima, no planejamento de produção e na aquisição de matéria-prima. Além disso, o custo das vendas do produto acabado, que no caso é o fio, está muito alto e este custo representa quase 80% da receita bruta.

1.2 Definição e delimitação do problema

O estudo irá abranger a indústria de fios têxteis na parte de gerenciamento de matéria-prima, estoques e na parte do planejamento de produção, como também abranger o setor do comercial de fibras da empresa que a indústria pertence na parte de fluxo de caixa, custo de vendas e aquisição de matéria-prima.

Tendo o objetivo em vista, que é o de aumentar o resultado da indústria de fios têxteis da empresa, o escopo da pesquisa será a indústria e o comercial de fibras. Os setores que estarão envolvidos no estudo serão o Armazém de Fibras, o PCP (Planejamento e Controle de Produção), a Produção, o Armazém de Fios, o Comercial e a Expedição.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar os processos que envolvem a indústria de fios têxteis e a área do comercial de fibras de uma empresa e propor melhorias utilizando como base a metodologia *Lean Seis Sigma*.

1.3.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral, aumentar o resultado da indústria de fios têxteis, os objetivos específicos são:

- Avaliar e estudar os processos que compõem o escopo da pesquisa;
- Verificar causas- raiz que interfere nos resultados da indústria;
- Propor planos de ação;
- Promover melhoria nos processos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* originou-se do Sistema Toyota de Produção ou também chamado Produção *Just-in-Time*. Em 1950, Taiichi Ohno, executivo da Toyota, deu início a criação e implantação de um sistema de produção a qual o enfoque era a identificação e posteriormente a eliminação de desperdícios, com a finalidade de diminuir os custos e aumentar a qualidade, como também entregar produtos aos clientes com maior rapidez (WERKEMA, 2006).

Para o mesmo autor, *Lean Manufacturing* pode ser considerado como uma iniciativa que visa eliminar desperdícios, ou seja, retirar tudo que não tem valor para o cliente e ao mesmo tempo dar velocidade à empresa. Pode ser denominado também como *Lean Operations* ou *Lean Enterprise*, pois sua aplicação pode ser feita em todo tipo de trabalho.

O sistema de produção *Lean* foi idealizado e desenvolvido pela Toyota Motor Co. com a finalidade de tornar suas fábricas capazes de operar o *just in time* (JIT), de modo que consigam produzir e entregar apenas os produtos necessários, na quantidade certa e no momento certo (ROTONDARO, 2002).

Uma das essências do *Lean Manufacturing* segundo Werkema (2006) é a redução dos sete tipos de desperdício que foram identificados por Taiichi Ohno, como:

- Defeitos nos produtos;
- Excesso de produção de mercadorias desnecessárias;
- Estoques de mercadorias à espera de processamento ou consumo;
- Processamento desnecessário;
- Movimento desnecessário de pessoas;
- Transporte desnecessário de mercadorias;
- Espera dos funcionários por algum equipamento/processo para a finalização do trabalho.

Os resultados obtidos com a implantação do *Lean*, que irá garantir uma maior rentabilidade para o negócio é fazer com que as necessidades dos clientes sejam cumpridas, ou seja, oferecer os produtos que os clientes querem, no momento que eles precisam, colocando

preços os quais estão dispostos a pagar, baixos custos, melhor qualidade e *lead time* mais curtos (*LEAN INSTITUTE BRASIL*, 2015).

2.2 Seis Sigma

O Seis Sigma nasceu na Motorola, em 15 de janeiro de 1987, com a finalidade de fazer com que a empresa seja capaz de enfrentar os concorrentes, os quais estavam fabricando produtos de melhor qualidade e ao mesmo tempo utilizando preços mais baixos. Após a Motorola receber o Prêmio Nacional de Qualidade *Malcolm Baldrige*, no ano de 1988, o Seis Sigma passou a ser conhecido como o programa responsável pelo sucesso alcançado pela organização. Assim, como a Motorola, outras empresas adotaram o programa e obtiveram enormes ganhos, com o sucesso adquirido por elas o interesse pelo Seis Sigma aumentou consideravelmente (*WERKEMA*, 2006).

O objetivo do Seis Sigma, do ponto de vista estratégico, é alinhar a organização com as necessidades e requisitos de mercado e alcançar melhorias reais de qualidade e rentabilidade, podendo assim atender os requisitos críticos do cliente ao mesmo tempo reduzindo as variações dos processos (*ARIENTE et al.*, 2005).

Por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores, o Seis Sigma pode ser definido como uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que visa o aumento da lucratividade das empresas através da melhoria da qualidade dos produtos e processos e conseqüentemente o aumento da satisfação de clientes e consumidores. Se implementado com rigor e disciplina, o programa Seis Sigma traz ganhos rápidos, utilizando como base a metodologia estruturada do DMAIC (*WERKEMA*, 2012).

O Seis Sigma baseia-se em dados e fatos e na utilização de ferramentas estatísticas para identificar as causas que são responsáveis pelos problemas, implica em um modo de reduzir a variação do processo e, conseqüentemente, o valor do sigma. Com as principais características escolhidas, é feito o acompanhamento do desvio-padrão para que possa ser controlado a manutenção do ganho alcançado devido as ações que foram tomadas para minimizar ou eliminar as causas raízes dos problemas (*ARIENTE et al.*, 2005).

Segundo *Werkema* (2006) o programa Seis Sigma focaliza os objetivos estratégicos da empresa e estabelece que todos os setores-chave para que a organização possa sobreviver a obter sucessos futuros é colocar metas de melhoria baseadas em métricas quantificáveis, as

quais serão alcançadas através de um esquema de aplicação projeto por projeto. Estes projetos são guiados por equipes lideradas pelos conhecedores do Seis Sigma (*Black Belts* ou *Green Belts*), e são baseados nos métodos DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) e DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*).

Diante de vários conceitos e explicações sobre o programa Seis Sigma, Linderman *et al.* (2003) refere-se a este programa como:

Um método sistemático e organizado para melhoria de processos, novos produtos e desenvolvimento de serviços que se baseia em métodos estatísticos e científicos para realizar uma dramática redução nas taxas de defeitos definidas pelo cliente. O Seis Sigma é um termo estatístico que se refere a 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) ou 99,999966% de exatidão, o qual está próximo de se conseguir a perfeição.

Para Pande, Neuman e Cavanagh (2001), o Seis Sigma pode ocasionar vários benefícios para as empresas, algumas delas são:

- Mudança cultural;
- Redução de custos;
- Melhoria de produtividade;
- Aumento na participação de mercado;
- Retenção de clientes;
- Redução de defeitos;
- Desenvolvimento de produto/serviço.

Na Figura 1 serão apresentados os benefícios resultantes de se alcançar o padrão Seis Sigma que foram traduzidos do nível da qualidade para a linguagem financeira (WERKEMA, 2012).

Nível da qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Custo da não qualidade (percentual do faturamento da empresa)
Dois sigma	308.537	Não se aplica
Três sigma	66.807	25 a 40%
Quatro sigma	6.210	15 a 25%
Cinco sigma	233	5 a 15%
Seis sigma	3,4	< 1%

Figura 1: Tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira.
Fonte: Werkema, 2012, p 17.

2.3 *Lean Seis Sigma*

Para George (2003) *Lean Seis Sigma* é uma metodologia que visa à melhoria dos negócios, maximizando o valor para os investidores por conseguir alcançar com mais agilidade uma melhoria na satisfação do cliente, custo, qualidade, velocidade do processo e no capital investido.

Para este autor é necessário a fusão das metodologias *Lean* e *Seis Sigma*, pois:

- *Lean* não pode fazer um controle estatístico em um processo;
- *Seis Sigma* não consegue melhorar de maneira drástica a velocidade do processo ou diminuir o capital investido quando aplicado sozinho;
- Os dois métodos são capazes de reduzir o custo de complexidade.

De acordo com Dias (2011), o *Lean Seis Sigma* é uma ação de gestão da qualidade de domínio organizacional que visa obter resultados concretos e tangíveis, melhorar a qualidade dos processos, fazer com que os processos sejam mais eficientes, e criar valor acrescentado. Ou seja, essa integração aborda uma estratégia de melhoria efetiva, em que se deseja uma implementação sem prazo de validade e que seu principal objetivo é a eliminação de problemas de qualidade e do desperdício em processos.

A junção do *Lean* com o *Seis Sigma* resulta em uma estratégia poderosa, em que o *Lean* é fundamentado na filosofia da produção enxuta, que visa a eliminação dos desperdícios e colabora para o aumento da produtividade, em que o mesmo altera a maneira como as organizações trabalham e faz com que os investimentos financeiros possam ter um retorno mais rápido. Já o foco do *Seis Sigma* é voltado para a otimização de produtos, serviços e processos tendo o objetivo de satisfazer os clientes e consumidores (WERKEMA, 2006).

Quando implementados em conjunto as duas metodologias *Lean* e *Seis Sigma* complementam uma a outra, de tal forma que o percentual de ganhos do Retorno sobre o Capital Investido (ROIC %) é mais eficaz (GEORGE, 2003).

Segundo Fernandes (2005), para que o programa *Lean Seis Sigma* tenha sucesso, é de extrema importância que o processo de implementação seja realizado com eficiência. Com relação a iniciativa para melhoria empresarial, é essencial que ela esteja vinculada aos objetivos estratégicos da organização, e se isto não acontecer, qualquer iniciativa irá se

deparar a resultados de curto prazo, em que ao longo do tempo vão perdendo importância para a organização.

A filosofia Seis Sigma apresenta uma variedade de ferramentas para identificação, medição e análise de problemas, enquanto o sistema *Lean* emprega o uso de técnicas e procedimentos que fazem com que o modo de produção seja mais competitivo. Enquanto o Seis Sigma se preocupa na parte de diagnóstico, análise e planejamento, o *Lean* auxilia a reconfigurar o modo de operação de um sistema físico de produção (ROTONDARO, 2002).

A metodologia *Lean* Seis Sigma é uma estratégia mais abrangente e que é adequada para todos os tipos de problemas que estão relacionados com a melhoria de processos e produtos, seus objetivos são representados na Figura 2 (WERKEMA, 2012).



Figura 2: *Lean* Seis Sigma: solução híbrida cuja funcionalidade supera a soma de suas partes.
Fonte: adaptado de Werkema, 2012, p.27.

No Quadro 1 estão apresentadas as características complementares das abordagens Seis Sigma e *Lean*.

Seis Sigma	Sistema Lean
<ul style="list-style-type: none"> • Perspectiva da satisfação do cliente • Alocação de especialistas para liderar, coordenar e apoiar projetos de melhoria • Combate às variações e perdas em geral • Atenção à avaliação financeira dos resultados • Alinhamento com a estratégia de negócios • Bem instrumentado para aprimorar projetos de produtos, serviços e processos transacionais • Valorização da coleta cuidadosa de dados • Ênfase na aplicação estruturada de métodos quantitativos na análise de problemas • Possibilidade de pesquisa de soluções otimizantes • Desenvolvimento de habilidades para gerenciamento de projetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Perspectiva do uso racional dos recursos de produção • Participação do pessoal de produção na implementação de <i>best practices</i> do sistema <i>Lean</i> • Combate aos desperdícios do sistema de produção • Atenção aos indicadores físicos de desempenho • Alinhamento com a estratégia de produção • Bem instrumentado para racionalizar processos de produção e movimentação de materiais • Valorização da observação prática dos problemas • Ênfase na resolução prática dos problemas • Aplicação de regras empíricas na busca de soluções • Implementação de melhorias por meio de projetos kaizen

Quadro 1: Características complementares das abordagens Seis Sigma e *Lean*.
 Fonte: adaptado de Rotondaro, 2002, p. 267

2.4 Ferramentas do *Lean* Seis Sigma

No Programa *Lean* Seis Sigma são utilizadas ferramentas que servem para identificar, medir, analisar, melhorar e controlar problemas, como também melhorar o sistema físico de produção (LIMA; GARBUIO; COSTA, 2009).

As ferramentas da qualidade quando baseadas em métricas estatísticas e análise de dados históricos geram análises de causa e efeito, que contribui para que a tomada de decisão siga para a melhoria contínua da qualidade e produtividade (GOULART; BERNIGOZZI, 2010).

As ferramentas têm como propósito eliminar ou reduzir as fontes de variação controláveis em produtos e serviços (CESAR, 2011). Para o autor, essas ferramentas da qualidade (Quadro 2) poderão auxiliar na resolução da maioria dos problemas existentes em uma empresa, entre elas, pode-se destacar:

FERRAMENTA	CONCEITO
Estratificação	"A estratificação consiste no agrupamento da informação (dados) sob vários pontos de vista, de modo a focalizar a ação" (CESAR, 2011).
Folha de Verificação	É uma ferramenta da qualidade que é usada para facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados, contribuindo para a posterior análise dos dados obtidos (WERKEMA, 1995).
Gráfico de Pareto	O Diagrama de Pareto apresenta a informação por meio de uma descrição gráfica em que é visualizado os pontos que necessitam de maiores esforços de melhoria, e como resultado obter maiores ganhos (ROTONDARO, 2002).
Diagrama de Causa e Efeito	Busca identificar quais as causas que levaram o processo a atingir determinado resultado, ou seja, atingir o efeito (OLIVEIRA; ALLORA; SAKAMOTO, 2006).
Histograma	"É uma forma de descrição gráfica de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência" (ROTONDARO, 2002).
Diagrama de Dispersão	"O Diagrama de Dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis" (WERKEMA, 1995).
Gráfico de Controle	Uma ferramenta que tem a finalidade de verificar se o processo continua com um desempenho previsível, ou se serão necessárias ações sobre o mesmo (ROTONDARO, 2002).
Fluxograma	Representa o fluxo de operações que compõem um processo, permitindo assim uma visão global do processo em análise (OLIVEIRA; ALLORA; SAKAMOTO, 2006).
Brainstorming	"O <i>Brainstorming</i> consiste em estimular e coletar ideias dos participantes, um por vez e continuamente, sem nenhuma preocupação crítica, até que se esgotem as possibilidades" (DAYCHOUW, 2007).
5W2H	Tem a finalidade de definir para a estratégia de ação elaborada o que será feito (<i>What</i>), quando será feito (<i>When</i>), quem fará (<i>Who</i>), onde será feito (<i>Where</i>), por que será feito (<i>Why</i>), como será feito (<i>How</i>) e quanto custará (<i>How much</i>) (WERKEMA, 2012).

Quadro 2: Ferramentas da qualidade.

2.4.1 *Project Charter*

Segundo Werkema (2012), para registrar os passos iniciais do trabalho é utilizado a ferramenta *Project Charter*, em que o mesmo serve como um contrato firmado entre a equipe responsável pela condução do projeto e os gestores da empresa. Nele deverá estar contido os seguintes tópicos:

- Descrição do problema;
- Definição da meta;
- Avaliação do histórico do problema;
- Apresentação de possíveis restrições e suposições;
- Definição dos membros da equipe de trabalho e de suas responsabilidades;
- Definição da logística da equipe;
- Definição do cronograma preliminar do projeto.

A Figura 3 apresenta um exemplo do *Project Charter* de um projeto Seis Sigma, o qual possui todas as informações que serão necessárias para o seu desenvolvimento.

Projeto Seis Sigma:			
Produto/ Serviço		Retorno projeto (R\$/ano)	
Green Belt líder		Departamento/Setor	
Patrocinador		Dono do processo	
Champion		Data inicial	
MBB		Data final	

Informação	Explicação	Descrição	
1. Caso de negócio	Ligação do projeto com a estratégia da empresa		
2. Oportunidades	Quais são as oportunidades do projeto?		
3. Meta	Qual é a meta do projeto?		
4. Escopo do projeto	Processos que serão afetados pelo projeto. Começo e fim do processo fundamental		
5. Membros da equipe	Nome, setor, função e dedicação dos participantes		
		Experts	
6. Benefícios para clientes externos	Mencione os clientes finais e os indicadores chaves e benefícios que serão percebidos		
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?		
9. Assinatura dos responsáveis	Quem são as pessoas chaves que devem validar o projeto?	Green Belt: Champion: Finanças:	

Figura 3: Modelo *Project Charter*.
Fonte: Domenech, 2013.

2.4.2 Diagrama de Gantt

O Diagrama de Barras ou Diagrama de Gantt tem como objetivo estabelecer um cronograma de planejamento da execução e/ou monitoramento das atividades do projeto (AGUIAR, 2006).

De acordo com Daychouw (2007), o Gráfico de Gantt é um diagrama que apresenta as etapas do projeto e o período em que elas acontecem por meio de barras horizontais, também pode ser detalhado a sequência que as atividades ocorrem, como também a duração de cada uma delas. É mostrado na Figura 4 o esboço de um Gráfico de Gantt, mostrando as etapas que já foram realizadas, as que estão em um período de validação e o período que elas foram planejadas.

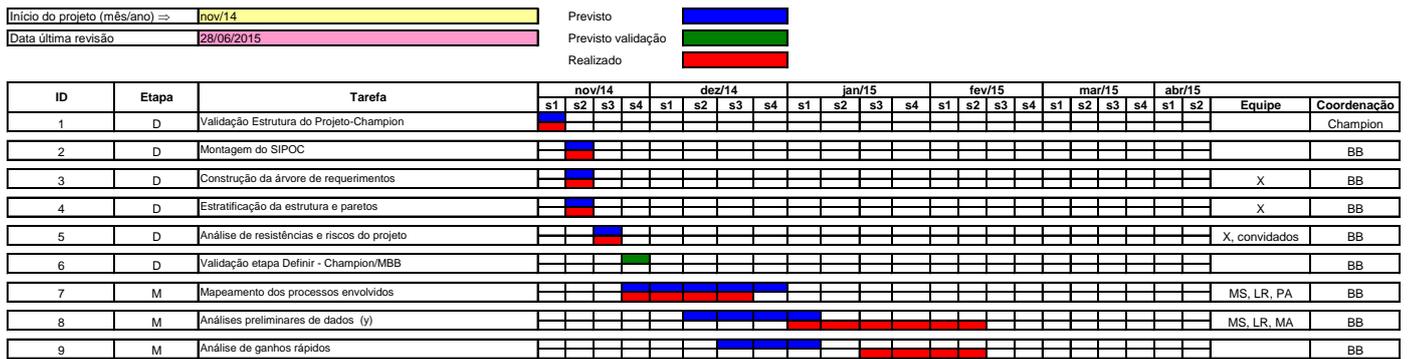


Figura 4: Exemplo Gráfico de Gantt
Fonte: Domenech, 2013.

2.4.3 SIPOC

O diagrama SIPOC tem como propósito definir o principal processo envolvido no projeto, como também promover a visualização do escopo do trabalho. Sua denominação é referente às iniciais em inglês dos cinco elementos presentes no diagrama: fornecedores (*Suppliers*), insumos (*Inputs*), processo (*Process*), produtos (*Outputs*) e consumidores (*Customers*) (WERKEMA, 2012).

Para Andrade *et al.* (2012), o objetivo da técnica do SIPOC é de facilitar a visualização da sequência de processos por todos os envolvidos da empresa com o projeto. Para alcançar tal objetivo, será preciso levantar quais são as entradas, as saídas, as especificações de cada etapa e o fluxo de cada processo. Tendo todas essas informações será possível realizar melhorias nos processos e obter um maior nível de qualidade.

A ferramenta para a criação de um mapa com informações do processo é chamada de SIPOC, que significa:

- **Fornecedores:** as entidades (pessoa, processo, empresa) que fornece tudo o que é trabalhado no processo (informação, formulários, material). O fornecedor pode ser um fornecedor externo ou de outra divisão ou um colega de trabalho (como um fornecedor interno);
- **Entrada:** a informação ou material fornecido;
- **Processo:** os passos utilizados (tanto aqueles que agregam valor e aqueles que não agregam valor);
- **Saída:** o produto, serviço ou informação a ser enviada para o cliente (de preferência, enfatizando aspectos críticos para a qualidade);
- **Clientes:** o passo seguinte no processo, ou o final (cliente externo) (GEORGE, 2003).

A Figura 5 ilustra um exemplo de um SIPOC.

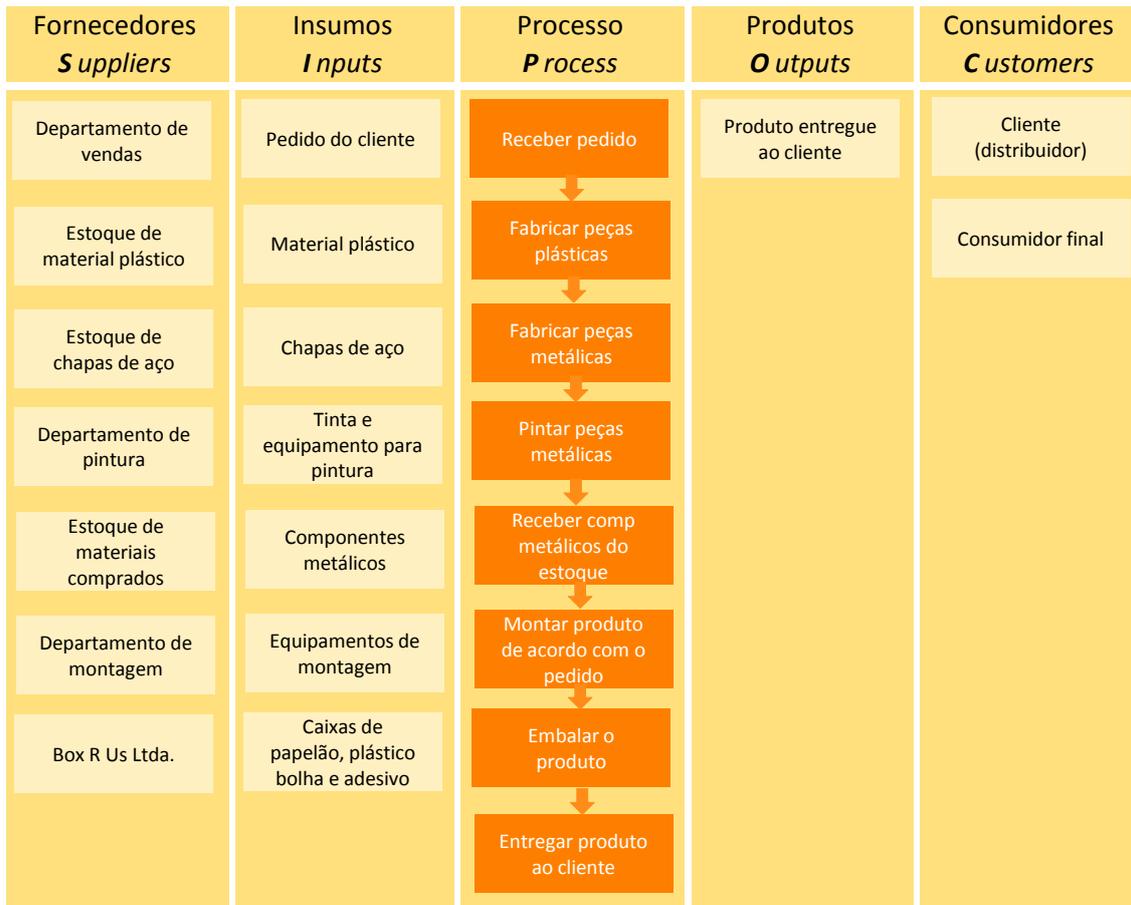


Figura 5: Exemplo SIPOC.

Fonte: adaptado de Werkema, 2012, p. 190

2.4.4 Diagrama de Pareto

A visualização das causas de um problema é possível com o uso do Diagrama de Pareto, em que é visualizado as causas da maior para a menor frequência/gravidade e é possível também identificar de um modo mais claro a localização das causas vitais que originaram o problema. É empregado para impor uma ordem ou priorização nas causas de problemas de variadas fontes (OLIVEIRA; ALLORA; SAKAMOTO, 2006).

Para Rotondaro (2002) o Diagrama de Pareto é um gráfico de barras verticais que, de maneira geral, apresenta:

- Na horizontal, classes de problemas ou de causas que deseja fazer a comparação;
- Na vertical, colunas ou classes dispostas em ordem decrescente que possuem altura definida através da frequência de ocorrência de cada classe de problema ou de causa;

- Uma curva que representa a porcentagem acumulada das ocorrências e seus valores estão representados no segundo eixo vertical do gráfico.

Gráficos de Pareto ajuda a equipe dar um foco sobre os maiores contribuintes para o problema, assim poderá concentrar os esforços apenas nos dois primeiros tipos de erros, uma vez que a solução destes poderá reduzir o número de defeitos em 80% (GEORGE, 2003).

A Figura 6 apresenta um exemplo, no qual o gráfico mostra qual a frequência de implantação do programa Seis Sigma em diferentes setores industriais de várias empresas.

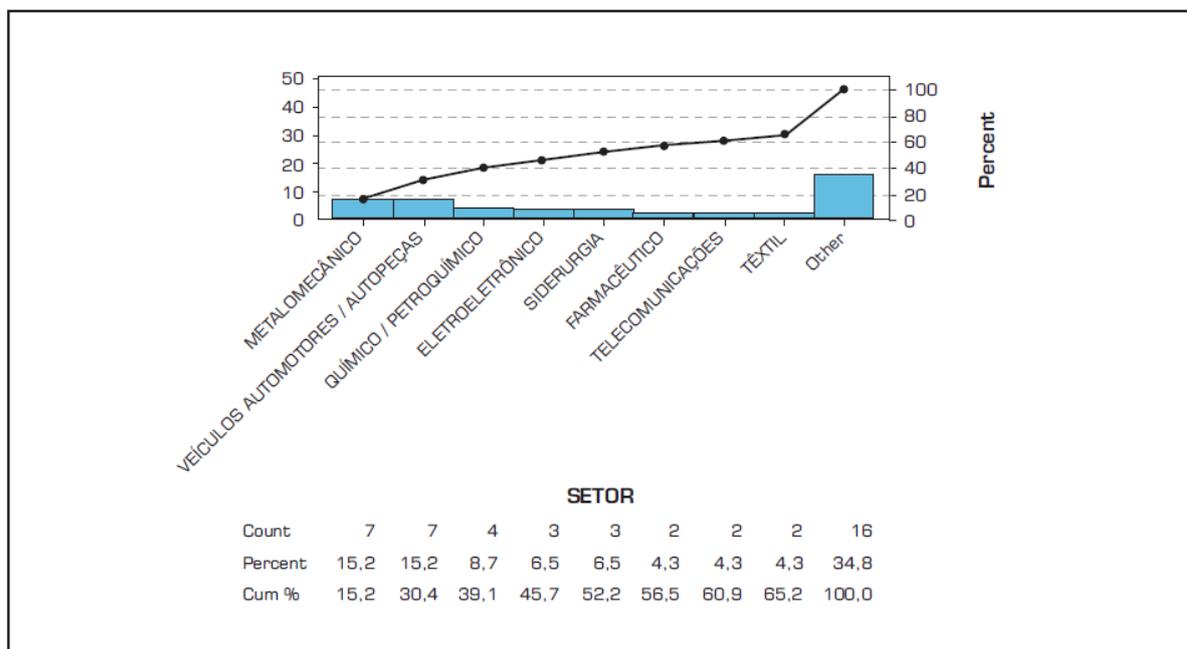


Figura 6: Exemplo de Gráfico de Pareto.
Fonte: Carvalho, Ho e Pinto, 2007.

2.4.5 Diagrama de Causa e Efeito

Um instrumento que tem como finalidade a análise do processo é o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de causa-efeito ou como espinha de peixe. Busca identificar quais as causas que levaram o processo a atingir determinado resultado, ou seja, atingir o efeito. Assim, é necessário analisar quais os principais integrantes do processo em estudo, como mão de obra, equipamentos, avaliações, medidas, métodos e procedimentos (OLIVEIRA; ALLORA; SAKAMOTO, 2006).

"O Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado" (WERKEMA, 1995, p. 95). Rotondaro (2002) complementa que o Diagrama de Causa e Efeito representa um instrumento para expandir a variedade de informações sobre o problema e para aumentar as chances de identificar corretamente suas principais causas. Este diagrama deve ser desenvolvido com a participação de um grupo de colaboradores que possuem conhecimento sobre o processo e o problema estudado.

A Figura 7 mostra um exemplo da estruturação de um Diagrama de Causa e Efeito, o qual é composto pelos 6M's, mão de obra, máquina, medição, método, material e meio ambiente.

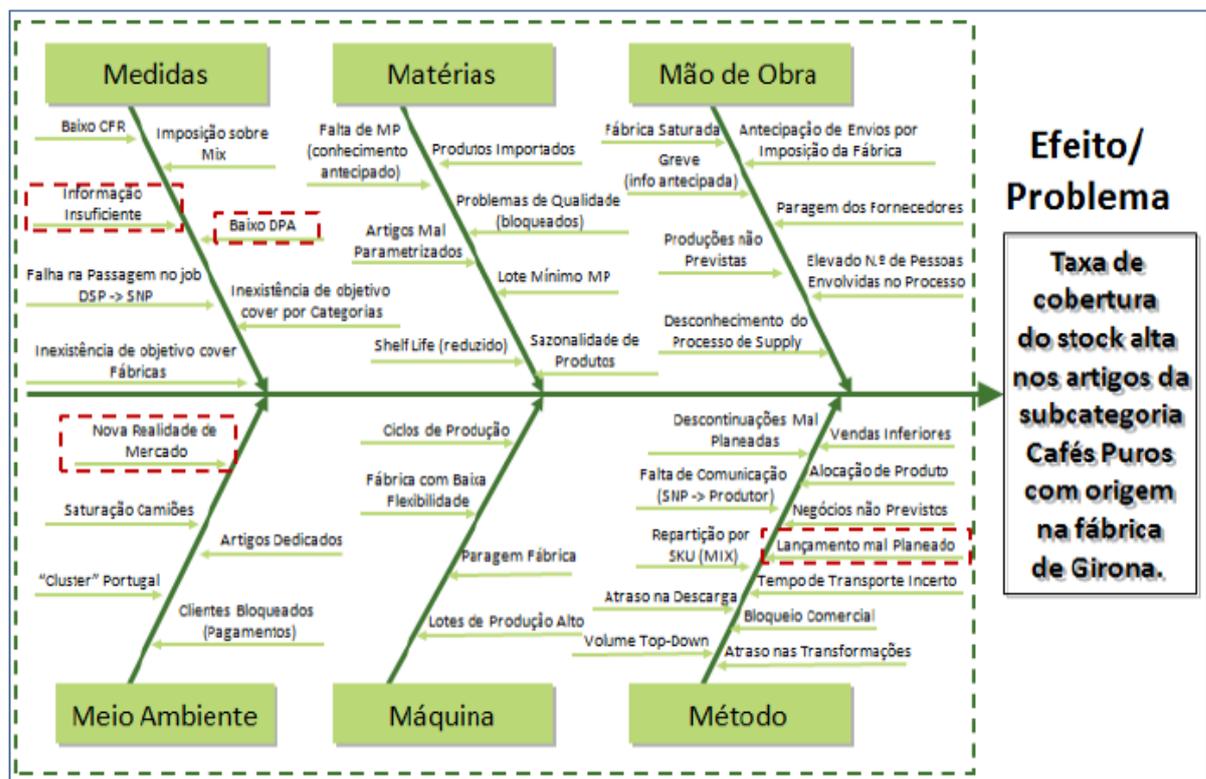


Figura 7: Exemplo Diagrama Causa e Efeito.
Fonte: Santos, 2012.

2.4.6 FMEA

Segundo Werkema (2012), os riscos do projeto devem ser avaliados e minimizados por meio da ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), que auxilia identificar, hierarquizar e prevenir as potenciais falhas de um produto ou processo. As principais finalidades da ferramenta são:

- Identificar as variáveis críticas que podem implicar na qualidade de saída de um processo;
- Avaliar os riscos ligados às falhas;
- Auxiliar a elaboração de proposições no que se refere ao tipo de relacionamento entre as variáveis de um processo;
- Avaliar as prioridades para a coleta de dados juntamente com a realização de estudos quantitativos para que as causas fundamentais de um problema possam ser encontradas.

Modos de Falha e Análise de Efeitos é uma ferramenta de planejamento que ajuda a equipe antecipar e prevenir os problemas. Para cada passo de um processo a equipe pergunta o que pode dar errado, e então decide o que pode ser feito para minimizar esses erros (GEORGE, 2003).

Construído basicamente por uma única tabela, seu desenvolvimento se faz por meio do formulário que é utilizado para registrar as informações, como mostra a Figura 8 (ROTONDARO, 2002).

Funções do processo	Modo de falha potencial	Efeito (s) potencial (is) da falha	Índice de severidade	Causa (s) e mecanismo (s) potencial (is)	Índice de ocorrência	Controles atuais do processo	Índice de detecção	NPR	Ações recomendadas	Responsável e prazo	Ações tomadas	Resultados das ações					
												Severidade	Ocorrência	Deteção	NPR		

Figura 8: Formulário básico - FMEA.
Fonte: adaptado de Rotondaro, 2002, p. 156.

2.5 Metodologia DMAIC

A metodologia Seis Sigma usada para a melhoria do processo é a metodologia *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*, também conhecido como DMAIC. Se a metodologia de melhoria for considerada como um processo, então a entrada para a este processo é o

problema, a saída é a solução para o problema, e o processo em si, pode ser decomposto pelas cinco fases da metodologia (SHANKAR, 2009).

2.5.1 Etapa *Define* (Definir)

De acordo com George (2003), na etapa Definir é onde a equipe e seus patrocinadores (*sponsors*) discutem sobre o que o projeto irá tratar e o que deverá ser feito. Considerando que o *project charter* já foi feito, o trabalho principal da etapa Definir será voltado à equipe, em que a mesma deverá analisar o que o projeto deve realizar, como também garantir o entendimento do projeto com seus patrocinadores.

A primeira etapa *Define* é a etapa onde será definido com precisão o escopo do projeto. Para esta etapa algumas perguntas devem ser respondidas, tais como:

- Qual é o problema - resultado indesejável ou oportunidade detectada - a ser abordado no projeto?
- Qual é a meta a ser atingida?
- Quais são os clientes/ consumidores afetados pelo problema?
- Qual é o processo relacionado ao problema?
- Qual é o impacto econômico do projeto? (WERKEMA, 2012).

Nesta etapa do DMAIC é preciso identificar os principais clientes ou consumidores do projeto e reunir as informações para fazer a avaliação das necessidades deles. Essas informações terão como intuito:

- Garantir que o problema e a meta já determinados tenham ligação com as questões prioritárias para a satisfação dos clientes ou consumidores.
- Enfatizar a importância de se ter sempre em mente a satisfação dos clientes ou consumidores, mesmo que o objetivo principal do projeto seja a melhoria de resultados que irá afetar outros beneficiários da empresa.
- Assegurar que não serão impostas medidas que poderão prejudicar às relações da empresa com seus clientes ou consumidores (WERKEMA, 2012).

As ferramentas que serão utilizadas na etapa Definir de acordo com Werkema (2012) são: *Project Charter*, Voz do Cliente (VOC) e SIPOC. A Figura 9 apresenta o que a estrutura desta etapa deve conter.

Perguntas-chave do <i>Define</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Qual é o problema / oportunidade? • Qual indicador será utilizado para medir o resultado do projeto? • Existem dados confiáveis para levantamento do histórico? Por que os dados foram classificados como confiáveis (ou como não confiáveis)? Caso os dados não sejam confiáveis, como será possível levantar o histórico do problema / oportunidade? • Como o indicador vem se comportando historicamente? • Qual é a meta? • Quais são as perdas resultantes do problema? • Quais são os ganhos potenciais do projeto? • O projeto deve ser desenvolvido? • Qual equipe desenvolverá o projeto? • Quais são as restrições e suposições? • Qual é o cronograma do projeto? • Qual é o escopo do projeto? • Qual é o principal processo envolvido? • O projeto está alinhado com o <i>Champion</i> (contrato de trabalho)?

Figura 9: Integração das ferramentas *Lean Seis Sigma* ao DMAIC - Etapa *Define*.
 Fonte: Werkema, 2012, p.83.

2.5.2 Etapa *Measure* (Medir)

A fase *Measure* começa com a coleta de dados e pela quantificação do problema. Esta coleta de dados será de uma forma mais passiva, ou seja, utilizar dados históricos para coletar informações. Será preciso esses dados para quantificar a melhoria na última fase do DMAIC, fase *Control* (SHANKAR, 2009).

Segundo Werkema (2012), na segunda etapa do DMAIC o problema do projeto deverá ser deverá ser focalizado, ou seja, dividido em problemas menores, mais específicos e de fácil resolução. Para que isto seja feito, duas perguntas precisam ser respondidas:

1. Que resultados devem ser medidos para a obtenção de dados úteis à focalização do problema?
2. Quais são os focos prioritários do problema?

Para a etapa Medir serão utilizadas as seguintes ferramentas: Estratificação, Folha de Verificação, Avaliação de Sistemas de Medição, Diagrama de Pareto, Carta de Controle, Histograma, entre outras (WERKEMA, 2012). O conteúdo desta etapa está representado na Figura 10.

Perguntas-chave do <i>Measure</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Como o problema pode ser estratificado? Isto é, quais são os fatores de estratificação? • Existem dados históricos confiáveis para a estratificação do problema? Como esses dados foram coletados? • Caso não existem dados históricos, como os novos dados serão coletados? • Quais são os focos do problema (estratos mais significativos)? • Como os focos se comportam ao longo do tempo (análise de variação dos focos)? • Quais são as metas específicas para cada um dos focos do problema? • As metas específicas são suficientes para o alcance da meta geral? • As metas específicas pertencem à área de atuação da equipe?

Figura 10: Integração das ferramentas *Lean Seis Sigma* ao DMAIC - Etapa *Measure*.
Fonte: Werkema, 2012, p.91.

2.5.3 Etapa *Analyze* (Analisar)

George (2003) afirma que o objetivo da fase *Analyze* (Figura 11) é assimilar todas as informações e os dados obtidos na fase *Measure*, e usar os dados para confirmar qual é a fonte de atrasos, desperdício e má qualidade no processo. As ferramentas mais comuns utilizadas em nesta fase são aqueles usados para mapear e explorar as relações de causa e efeito (5 Porquês, análise de causa e efeito, diagramas, gráficos de dispersão, etc.).

Nesta terceira etapa do DMAIC, deverão ser verificadas as causas fundamentais do problema principal associado a cada uma das metas determinadas na etapa anterior, ou seja, deverá saber o por que do problema existir em cada meta (WERKEMA, 2012).

Perguntas-chave do <i>Analyze</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Qual o processo gerador do problema? • Quais são as causas potenciais que mais influenciam o problema? • É necessário revisar o Mapa de Processo? • As causas potenciais foram priorizadas? • As causas potenciais foram comprovadas (quantificadas)? • Quais são as causas fundamentais?

Figura 11: Integração das ferramentas *Lean Seis Sigma* ao DMAIC - Etapa *Analyze*.
Fonte: Werkema, 2012, p.108.

2.5.4 Etapa *Improve* (Melhorar)

A quarta etapa do DMAIC tem como objetivo fazer mudanças em um processo onde irá eliminar os defeitos, desperdícios, custos, entre outros, que estão relacionados às necessidades dos clientes que foram identificadas na etapa *Define* pela equipe (GEORGE, 2003).

Para Werkema (2012) esta etapa deverá gerar ideias a respeito de quais soluções são possíveis para eliminação das causas fundamentais do problema principal que foram determinadas na etapa *Analyze* (Figura 12).

Perguntas-chave do <i>Improve</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Quais são as possíveis soluções? • Será necessário priorizar as soluções? • As soluções priorizadas apresentam algum risco? • Será necessário testar as soluções? • Como os testes serão executados? • Quais os resultados dos testes? • Qual o plano de ação para implementar as soluções em larga escala? • As ações foram implementadas conforme planejado? • As metas específicas foram alcançadas?

Figura 12: Integração das ferramentas *Lean Seis Sigma* ao DMAIC - Etapa *Improve*.
Fonte: Werkema, 2012, p.116.

2.5.5 Etapa *Control* (Controle)

De acordo com Werkema (2012), esta etapa se divide basicamente em cinco fases:

Primeira fase - Consiste na avaliação do alcance da meta em larga escala, e será utilizado nesta fase as seguintes ferramentas:

- Avaliação de Sistemas de Medição e Inspeção;
- Diagrama de Pareto;
- Carta de Controle;
- Índices de Capacidade;
- Métricas do *Lean Seis Sigma*.

Segunda fase - Consiste na padronização das alterações realizadas no processo em consequência das soluções adotadas, ou seja, novos procedimentos operacionais padrão deverão ser estabelecidos ou os procedimentos antigos deverão ser revisados.

Terceira fase - Consiste em definir e implementar um plano para monitoramento do desempenho e do alcance da meta. As ferramentas utilizadas nesta fase são:

- Avaliação de Sistemas de Medição e Inspeção;
- Plano para Coleta de Dados;
- Folha de Verificação;
- Carta de Controle;
- Histograma;
- Índices de Capacidade;
- Métrica do *Lean Seis Sigma*;
- Auditoria do Uso dos Padrões.

Quarta fase - Consiste em sumarizar o que foi aprendido e fazer recomendações para trabalhos futuros (Figura 13).

Perguntas-chave do <i>Control</i>
<ul style="list-style-type: none"> • A meta global foi alcançada? • Foi obtido o retorno financeiro previsto? • Foram criados ou alterados padrões para a manutenção dos resultados? • As pessoas das áreas envolvidas com o cumprimento dos novos padrões foram treinadas? • Quais variáveis do processo serão monitoradas e como elas serão acompanhadas? • Como será o acompanhamento do processo com base no sistema de monitoramento (planos de manutenção corretiva e preventiva)? • O que foi aprendido e quais as recomendações da equipe?

Figura 13: Integração das ferramentas *Lean Seis Sigma* ao DMAIC - Etapa *Control*.
 Fonte: Werkema, 2012, p.121.

2.6 Aplicações da metodologia Seis Sigma

Conforme foi apresentado a metodologia do Seis Sigma, o qual segue a técnica do DMAIC, serão apresentados uma revisão sistemática com três casos de aplicação desta metodologia em indústrias de fios.

Feitor (2008) aplicou a metodologia Seis Sigma no processo de desenvolvimento de uma indústria de confecção do Rio Grande do Norte com o objetivo principal de verificar a eficiência da metodologia em melhorar os processos de negócio da empresa para torná-la mais competitiva.

Para atingir este objetivo, Feitor (2008) utilizou várias ferramentas da qualidade, a criação de um documento que define o procedimento operacional padrão de desenvolvimento do produto, como também o desenvolvimento de um sistema de Gestão Visual e de uma ferramenta para indicar as não conformidades no processo. Assim, obteve-se como resultado desta aplicação, a identificação das causas-raiz dos problemas, a implantação de soluções; mudança do *layout*, que possibilitou o aumento da flexibilidade e a rapidez no processo produtivo; redução do tempo de setup e por fim, a implantação da Manutenção Produtiva Total que reduziu os tempos de parada por quebra de equipamentos, aumento da capacidade produtiva, maior confiabilidade, menor custo de operação e maior longevidade do tempo de vida do maquinário.

Kuniyoshi (2006) implantou a metodologia *Lean Seis Sigma* em uma companhia nacional do setor têxtil no interior do estado de São Paulo, a qual atua no mercado de tecidos técnicos (mercado de calçados), vestuário e desenvolvimento de produtos especiais para o atendimento de mercados técnicos. O processo de produção da empresa está dividido em quatro processos: Urdimento, Malharia e Tecelagem, Tinturaria e Dublagem.

O estudo abrangeu apenas as malhas e produtos têxteis. De início para a seleção do projeto, a equipe elaborou um "Mapa Macro de Fluxo de Valor" para detectar possíveis problemas no processo. Assim, foi verificado um problema no processo de Tinturaria, onde decidiram atuar com o projeto na parte de redução do índice de defeitos e reprocessos, como também na redução do *Lead Time*, tendo como objetivo principal atender melhor aos clientes, melhorar os processos internos, por meio do aumento da velocidade, e reduzir os desperdícios internos (defeitos, superprodução e estoques) (KUNIYOSHI, 2006).

A aplicação da metodologia *Lean Seis Sigma* teve como base a ferramenta DMAIC (*Define - Measure - Analyse - Improve - Control*), assim, foram seguidas estas cinco etapas para a realização do projeto.

Na última etapa da metodologia, Controlar, a empresa não havia implantado as ações de melhoria no processo, não realizando nenhuma ação nesta etapa, mas foi elaborado um planejamento para quando as ações fossem concluídas. Para Kuniyoshi (2006) este planejamento consiste da utilização de gráficos de controle para o índice de reprocesso, índice de defeitos e a utilização do indicador de cumprimento de prazos. Para o indicador, deveria ser feito seu contínuo controle a fim de detectar possíveis variações e fazer a tomada de decisão correta para estabilizar novamente o processo.

Segundo Kuniyoshi (2006), a metodologia DMAIC contribui para que a equipe do projeto direcionasse seus esforços, focando nos problemas mais relevantes ao invés de resolver problemas que terão benefício praticamente nulo. Quanto a metodologia *Lean Seis Sigma*, o autor afirma que a mesma possui flexibilidade muito grande para resolver problemas de diversas naturezas para diferentes tipos de empresa.

Já a aplicação da metodologia Seis Sigma implantada por Hayajneh, Bataineh e Al-Tawil (2013) ocorreu em uma empresa de *Joint Venture (Century Standard Textile)* em que seus produtos fabricados são vendidos para o mercado da Europa e Estados Unidos. O projeto teve como objetivo reduzir os defeitos de produção na indústria têxtil, focando no processo de produção de calças, identificar e implementar planos de controle que serviriam como

indicador da capacidade do processo e para controle das entradas críticas. Utilizando a metodologia DMAIC, o estudo dos autores seguiu cada etapa desta metodologia para atingir o objetivo final.

Após identificar as causas-raiz do problema com a utilização do diagrama de Pareto, o projeto foi focado na eliminação das causas de variação, realização de testes e na padronização dessas soluções. Assim, foi identificado um problema de inspeção do fluxo produtivo das calças, e que para solucioná-lo será necessário a utilização da ferramenta 5S, a qual ajudará a organizar a estação de trabalho. Na etapa de fazer o controle da implantação da metodologia foi criado medidas padrões para continuar implementando melhorias no processo, como também a utilização de gráficos que possuem limites de especificação inferior e superior para fazer o controle dos processos. A aplicação do Seis Sigma na empresa resultou em uma redução no nível de qualidade global de 7,7% para 2% (HAYAJNEH; BATAINEH ; AL-TAWIL, 2013).

2.7 Indústria Têxtil

No início dos anos 90, devido à modernização dos processos de produção juntamente com a do parque de máquinas e a procura interminável por ganhos de eficiência e por competitividade, uma queda dos empregos foi gerada no setor, e em resposta houve um aumento da produtividade, quando medida pelos volumes da produção nacional de fios e filamentos têxteis (REVISTA TEXTÍLIA, 2006).

Para Costa e Rocha (2009), as inovações em máquinas e equipamentos da cadeia têxtil-confecção são voltadas para o desenvolvimento tecnológico de produtos e processos que fazem com que os principais insumos do processo produtivo sejam otimizados, ou seja, matéria prima e mão de obra; como também esforços para o desenvolvimento de novos produtos de maior valor agregado e diferenciados (estilo, faixa etária, gênero etc.), pela procura de novos mercados e pelo desenvolvimento de modelos organizacionais que misturem o fornecimento de produtos diferenciados com serviços qualificados para que possa ser transmitida uma resposta com rapidez e eficiência ao consumidor.

O processo produtivo na indústria têxtil segue uma sequência, cujas etapas se articulam de maneira involuntária, permitindo assim diversas combinações das etapas do processo produtivo em uma mesma planta industrial ou em várias unidades fabris. Os segmentos que compõem a fabricação de produtos têxteis são as etapas de produção de fibras, fiação, tecelagem, acabamento e confecção (RANGEL; SILVA; COSTA, 2010).

Para Mehler (2013) existem dois tipos de empresas no que diz respeito a estrutura da Cadeia Têxtil e de Confecção, a empresa especializada, a qual faz parte apenas um segmento, na maioria das vezes fiação ou tecelagem, e a empresa têxtil integrada, que engloba mais de um segmento, no qual pode ser fiação, tecelagem e acabamento.

Para Rangel, Silva e Costa (2010), a organização da indústria têxtil é muito complexa, pois dependendo do tipo de matéria prima que é utilizada, pode haver processos produtivos muitos diferentes com máquinas e equipamentos específicos. As duas principais matérias primas utilizadas pela indústria são o algodão (57,8%) e o poliéster (24,3%).

De acordo com Mehler (2013), a cadeia de produção do Setor Têxtil pode ser classificada em três grupos:

1. Fibras sintéticas: náilon, poliéster, lycra e polipropeno;
2. Fibras artificiais: viscose e acetato;
3. Fibras naturais: algodão, seda, rami/linho, lã e junta.

Com relação ao mercado, as fibras naturais estão cada vez mais perdendo espaço para as sintéticas. Um dos países que participam ativamente nesse mercado é Índia, Japão, Coreia, China, Taiwan, entre outros (REVISTA TEXTÍLIA, 2006).

O consumo de poliéster tem aumentado a uma taxa média anual de 7,81% diferente do consumo de algodão, que cresceu apenas 1,25%, ficando abaixo da taxa de crescimento populacional. Esta elevada taxa de crescimento do consumo de poliéster é devido o mesmo possuir propriedades de resistência e durabilidade melhores que as fibras de algodão, e através disto, elas passam a ser misturadas com as de poliéster que resulta em um barateamento dos tecidos (RANGEL; SILVA; COSTA, 2010).

Para os autores Ribeiro *et al.* (2010), a cadeia produtiva têxtil em que a indústria têxtil está inserida tem como início do processo os produtores de matérias primas (algodão e demais fibras), insumos (corantes têxteis, pigmentos têxteis, produtos auxiliares, entre outros), e também os fabricantes de máquinas e equipamentos têxteis. O final da cadeia corresponde no comércio de venda final ao consumidor.

2.7.1 Fiação Têxtil

O setor de fiação, que está inserido na cadeia produtiva têxtil representa à fase de transformação das massas de fibras em fios por meio de processos de limpeza, paralelização, estiragem e torção, após estes processos o mesmo segue para tecelagens, malharias ou para o beneficiamento. Diante de todo o setor têxtil, a etapa da fiação é uma das mais importantes, pois é ela que define as características dos fios, que conseqüentemente poderão afetar positiva ou negativamente na qualidade dos tecidos e malhas que serão produzidos em seguida (SILVA; CAMPOS, 2010).

De acordo com Santos (2010), após a etapa de aquisição do algodão cru, os mesmos seguem para a fiação onde os fardos de algodão em pluma, que já foram descaroçados, irão percorrer o processo até chegarem à parte dos filatórios, que são responsáveis pela produção dos fios.

Uma das principais atividades produtivas do complexo têxtil é a etapa da fiação, em que a mesma se caracteriza pela fase da manipulação da matéria prima "natural, artificial ou sintética", até a bobinagem do fio. Quando o processo chega ao final, o produto de uma fiação sempre será o fio cru enrolado em um cone. Dentro deste processo estão incluídas algumas atividades como:

- Abridores de fardos;
- Batedores;
- Misturadores;
- Alimentadores;
- Cardas;
- Passadores;
- Penteadeiras;
- Maçaroqueiras;
- Filatórios;
- Bobinadeiras;
- Conicaleiras;
- Retorcedeiras (COSTA, 2005).

Grande parte das fiações possuem três processos que diferem de acordo com o tipo de fios e da tecnologia aplicada, que são o processo cardado, penteado e o processo para produção dos fios *open end*. Os fios penteados são os mais nobres e com maior valor de matéria prima e tecnologia agregado, já os fios cardados são considerados como intermediário neste conceito, e os fios *open end* possuem o menor valor comercial devido ao seu processo ser mais curto (SILVA; CAMPOS, 2010). Ainda para os mesmos autores, os fios penteados são utilizados para camisaria, roupas de cama finas, entre outros, devido serem fios mais finos e com menor diâmetro, para os fios cardados, sua utilidade é para tecidos e malhas em geral e os fios *open end* são utilizados para tecidos mais pesados e barbantes, pois são fios mais grossos.

Silva e Campos (2010) apresentam através do fluxograma mostrado na Figura 14, o comparativo dos processos da fiação.

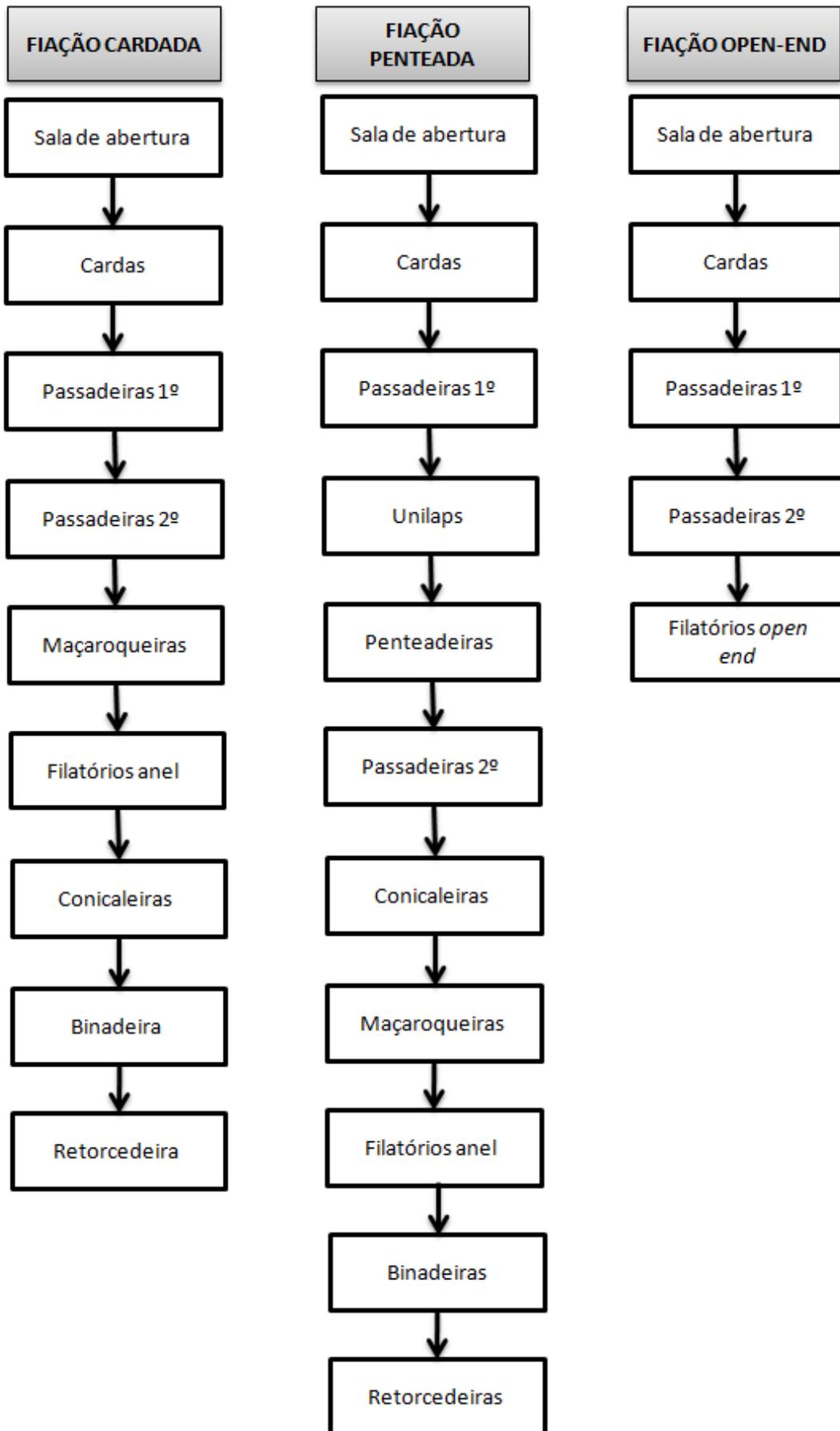


Figura 14: Fluxograma dos processos de obtenção dos fios cardados, penteados e *open end*.
 Fonte: adaptada por Silva e Campos, 2010.

Para Costa (2005), a capacidade de produção de uma fiação é determinada pelos filatórios, os quais são classificados em três tipos básicos e que diferem nos quesitos de velocidade de produção, níveis de automação alcançados e a qualidade e espessura do fio produzido. Os filatórios são classificados em:

1. Filatórios de anéis: ocorre o estiramento do pavio de algodão juntamente com uma torção no fio.
2. Filatórios de rotores (*open end*): eliminam etapas de fiação tradicional, o que resulta em um aumento da velocidade de produção e conseqüentemente apresenta maior produtividade quando comparado com os filatórios de anéis.
3. Filatórios *jet spinner*: são os mais produtivos e utilizados para a produção de fios finos.

2.8 Resultados Financeiros

O resultado das empresas é um produto da contabilidade que serve como base no momento de fazer a avaliação do desempenho das operações da empresa e na tomada de decisão por vários usuários que utilizam as informações contábeis (MATSUMOTO; PARREIRA, 2007).

Segundo Martinez (2001), pode existir vários conceitos de “gerenciamento” dos resultados contábeis (*earnings management*), os mais relevantes entre eles são:

- “Gerenciamento” dos resultados contábeis com a finalidade de aumentar ou diminuir os lucros, em que estes resultados são “gerenciados” de modo que consigam alcançar “metas” específicas, as quais podem ser acima ou abaixo do resultado do período.
- “Gerenciamento” dos resultados contábeis para reduzir a variabilidade. Sua finalidade é fazer com que os resultados permaneçam em determinado estágio, evitando que haja excessiva flutuação.
- “Gerenciamento” dos resultados contábeis para diminuir lucros correntes em prol de lucros futuros.

De acordo com Padoveze (2003), a análise financeira ou análise de balanço é essencial para a avaliação do desempenho da empresa. Essa avaliação do desempenho é um meio para se tomar decisões apropriadas, as quais abrangem a avaliação e o controle dos resultados das atividades.

Este procedimento de avaliação tem duas características básicas:

- É um modelo de avaliação global da companhia, não incluindo as partes que a compõem;
- É um modelo de avaliação exclusivamente financeiro, impessoal, avaliando a empresa como um todo, não tendo ligação com os resultados obtidos de algum gestor responsável dentro da empresa (PADOVEZE, 2003).

De acordo com a Teoria dos Custos de Transação, que justifica a conduta dos gestores das empresas em atingir determinados pontos de referência para o mercado (*benchmarks*), as informações sobre os lucros implicam diretamente no momento da negociação das empresas com as pessoas de interesse (*stakeholders*), que no caso essas negociações serão mais favoráveis quando os lucros forem mais atrativos. Assim, o desempenho financeiro da empresa é de grande relevância ao definir as condições de relacionamento com o ambiente em geral (MARTINEZ, 2001).

Uma propriedade do gerenciamento dos resultados contábeis é que não decorre apenas do “manejo” formal das contas de resultado. Em alguns casos, o gerenciamento pode ser resultado de decisões e atitudes concretas, que tem efeito no fluxo de caixa da empresa (MARTINEZ, 2001).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Essa pesquisa se caracteriza como aplicada, pois tem por finalidade gerar conhecimentos para aplicação prática, voltados para a solução de problemas específicos, que abrange verdades e interesses locais (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Já para Gil (2010), pesquisas aplicadas são "pesquisas voltadas à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica".

Em relação à classificação segundo seus objetivos, o estudo é do tipo exploratório, pois é uma pesquisa que proporciona um maior conhecimento do problema, com o objetivo de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2010). Quanto à abordagem, a pesquisa pode ser considerada qualitativa, pois compreende a totalidade do fenômeno (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Serão aplicadas algumas ferramentas estatísticas que contribuirá para a análise e interpretação dos dados. Com relação aos procedimentos, o trabalho primeiramente é uma pesquisa bibliográfica e com o decorrer do projeto, um estudo de caso para ter conhecimento mais aprofundado sobre o assunto em questão.

Para atingir o objetivo do projeto, foi feito uma análise em como diminuir os custos e como aumentar a receita. Na parte de diminuir os custos, abrangeu-se o gerenciamento de estoques e a parte da redução de despesas. No gerenciamento de estoques foi analisado o produto acabado (fio), em processo e a matéria-prima (algodão e poliéster), já no que se diz respeito a redução de despesas, abordou-se o custo das vendas, apenas na parte fiscal; despesas tributárias e despesas com vendas, apenas na parte de fretes e bonificações.

Ainda nesta parte de diminuir o custo, não foi analisado os custos de fabricação, que são com manutenção, produção e apoio, como também os custos da venda na parte gerencial e na parte do ajuste financeiro. Para aumentar a receita, a pesquisa abrangeu o estudo da possibilidade de aumentar o preço, o volume de vendas e o estudo das operações financeiras, as quais são a compra e venda de algodão e a importação de poliéster.

Foram trabalhados no estudo a pesquisa bibliográfica e um estudo de caso. O estudo utilizou a metodologia Seis Sigma em que a mesma se baseia no método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) e este modelo é composto por cinco etapas:

1º Etapa: *Define* (Definir);

2º Etapa: *Measure* (Medir);

3º Etapa: *Analyse* (Analisar);

4º Etapa: *Improve* (Melhorar);

5º Etapa: *Control* (Controlar).

As atividades que foram realizadas para alcançar os objetivos específicos do trabalho são:

- ✓ Estudo bibliográfico: apresentar conceitos de grande importância para o entendimento e desenvolvimento do trabalho;
- ✓ Revisão sistemática: aplicações da metodologia *Lean Seis Sigma* em outras empresas do setor têxtil;
- ✓ Caracterização da empresa em que o estudo foi realizado;
- ✓ Seleção e análise do escopo do projeto: definir a equipe, projeto, chances de sucesso e cronograma.
- ✓ Identificação de problemas no processo (causa-raiz) para direcionar a equipe do projeto em causas de maior impacto;
- ✓ Verificação das possíveis falhas que poderão ocorrer no processo como um todo, desde recebimento de matéria-prima até a expedição do produto acabado;
- ✓ Elaboração do plano de ações;
- ✓ Geração e implantação de soluções que irão trazer grandes resultados para o projeto.

O método DMAIC seguido no desenvolvimento do projeto foi proposto por uma consultoria terceirizada da empresa, em que através das diversas experiências dos consultores, elaboraram um material padrão, juntando todos os elementos essenciais para a concretização de um projeto *Lean Seis Sigma*. Em suas consultorias, os mesmos disponibilizam um material padrão a ser seguido, mas o mesmo é moldado de acordo com as especificidades de cada projeto, geralmente variando as ferramentas que serão utilizadas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da Empresa

A empresa em estudo é uma indústria de fios têxteis pertencente a uma empresa de grande porte. Esta foi fundada em 1963 por um grupo de 46 cafeicultores, com objetivo inicial de organizar a produção regional, receber e beneficiar o café. Logo após, em 1967, a empresa decidiu diversificar seu negócio investindo em recebimento e beneficiamento de algodão. Com o tempo a empresa passou a diversificar cada vez mais seus negócios e assim obtendo um crescimento e aumento do faturamento.

Sua área de atuação conta com 62 unidades em municípios do Paraná, oeste paulista e sudoeste do Mato Grosso do Sul, contando com 12,1 mil associados que atuam com a produção de soja, milho, trigo, café e laranja, cerca de 3 mil colaboradores e um faturamento anual em torno de 3 bilhões de reais.

A empresa atua no ramo de bebidas e molhos produção de néctares de frutas, bebidas à base de soja e na linha de molhos como maionese, catchup e mostarda. Madeira tratada, onde o eucalipto é processado e destinado para instalação de cercas e construções rústicas. Farelo e óleos vegetais, onde possui capacidade de moagem de 3,250 mil toneladas de soja/dia e também uma estrutura de refino e envase. Suplemento mineral, onde os suplementos são destinados a bovinos de corte, de leite, equinos, ovinos e suínos. Torrefação e moagem, para fortalecer a marca da empresa nos supermercados, são produzidas café torrado e moído, o qual é embalado a vácuo, cappuccinos, café gourmet e café adicionado com bebida à base de soja. Envase de álcool, nas formas líquidas e em gel e a Indústria de Fios Têxteis.

A estrutura organizacional da empresa é apresentada na Figura 15.

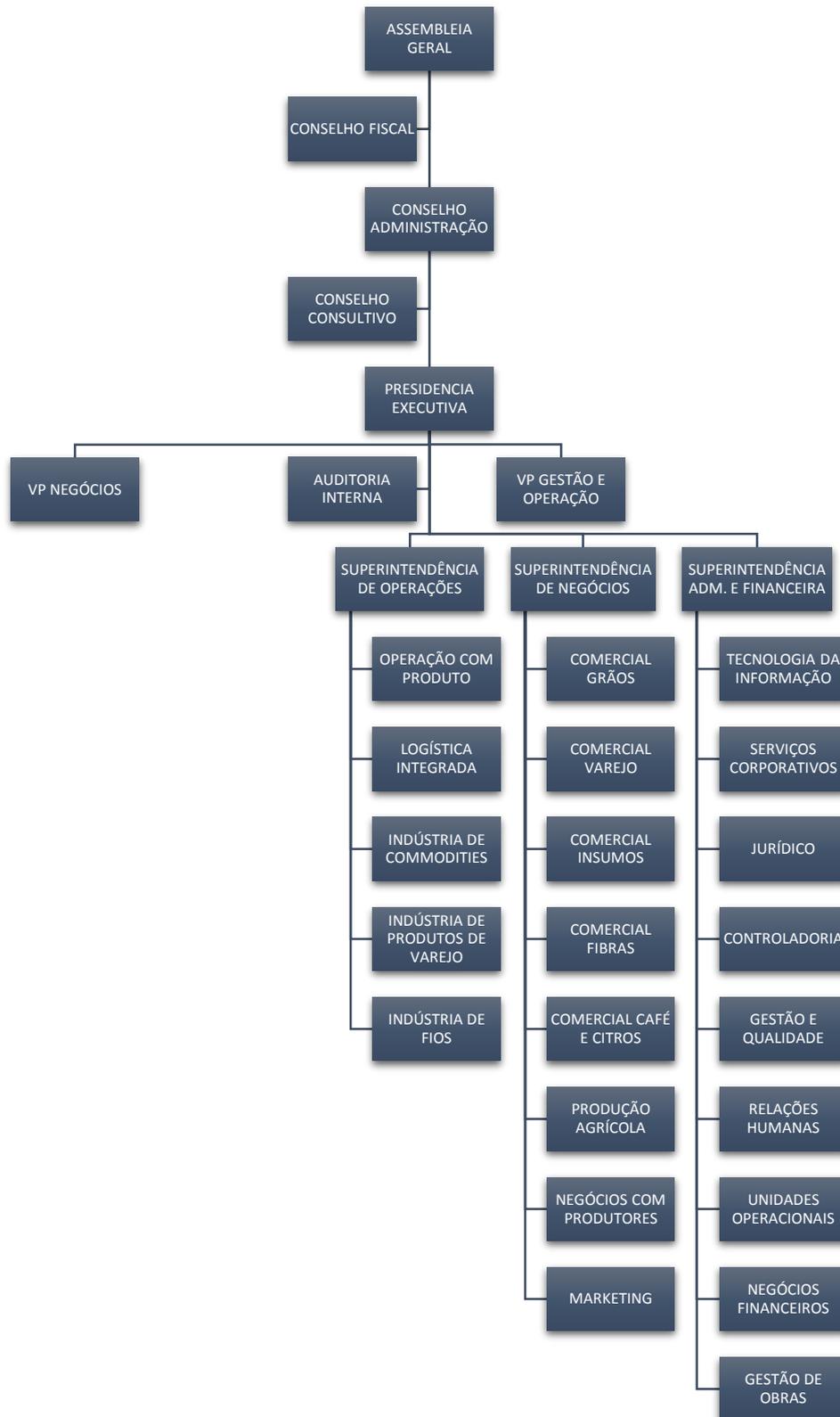


Figura 15: Organograma.
 Fonte: adaptado da Empresa concedente.

4.1.1 A Indústria de Fios Têxteis

A Indústria foi inaugurada em 1982, com a finalidade de industrializar a safra de algodão da região, agregando valor ao produto recebido, sua atividade abrange a industrialização e comercialização de fios têxteis.

Em consequência da crise de preços da década de 90, em razão da livre importação de produto subsidiado, a atividade praticamente inviabilizou-se no estado. Assim, a indústria optou por fazer a flexibilização de sua fiação, passando a produzir fios mistos e fios à base de poliéster e viscose, o qual gerou grandes oportunidades no mercado.

A modernização de seu processo deu-se em 2011, onde foi modernizada a linha de abertura, passadores, maçarqueiras, filatórios, conicaleiras, sistema de transporte e arriada automáticos e vaporizador, como também a aquisição de reunideira e penteadeiras, o que contribuiu para a produção de fios penteados. Devido a esta modernização e ao avanço tecnológico, as fibras utilizadas para a fabricação dos fios são o algodão, poliéster ecológico (PET), viscose e outras, que possibilitam composições variadas.

A capacidade de produção instalada é de 8.300 ton./ano de fios de algodão, poliéster e mistos, e possui em seu quadro aproximadamente 400 funcionários. Dentre a tecnologia utilizada para a produção de fios, está a abertura automática de fardos, que garante sua regularidade, sistema convencional cardado, *open-end* cardado e convencional penteado. Passadores autorreguladores, emenda *splicer* e controle de metragem. Sistema de transporte e arriada automática e a vaporização de todos os produtos.

Os produtos disponíveis para a comercialização são:

1. *Open-End* (Cardado): Títulos produzidos no sistema a rotor.
2. Convencional (Cardado): Títulos produzidos no sistema convencional.
3. Convencional Penteado: Títulos produzidos no sistema penteado.

O organograma da indústria é representado pela Figura 16, em que são mostradas todas as áreas envolvidas no processo produtivo, apenas as áreas que estão envolvidas com o projeto *Lean Seis Sigma* foram destacadas, são elas, PCP e Armazém de fibras. Na indústria são apenas estas duas áreas que estão envolvidas no projeto, mas ainda tem a área do Comercial de fibras que também está envolvida que não se encontra neste organograma.

A área do Armazém de fibras está envolvida na parte de redução de estoques de matéria-prima e a área PCP (Planejamento e Controle da Produção) está envolvida na questão da programação da produção de fios.

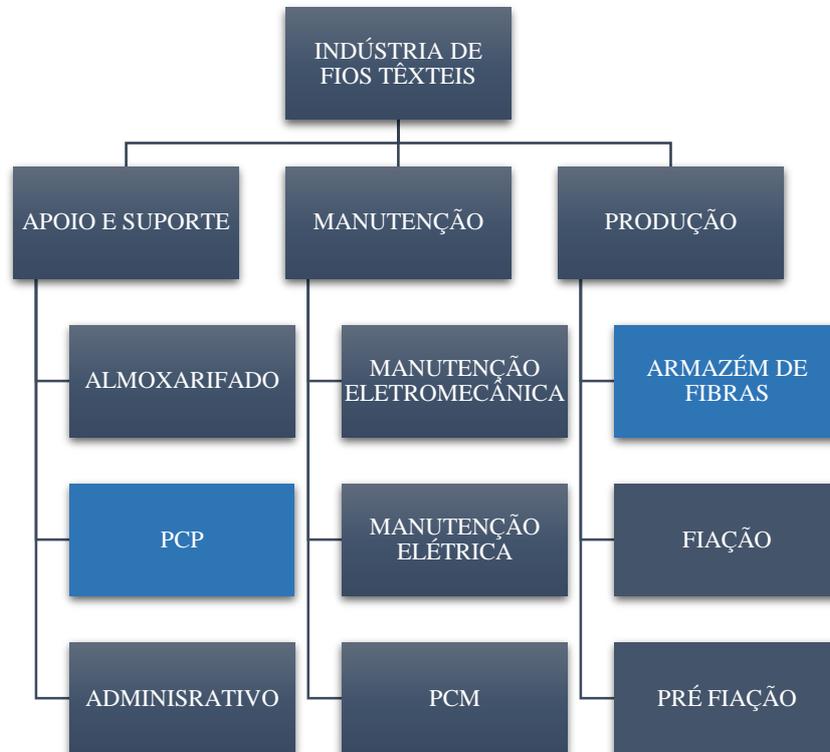
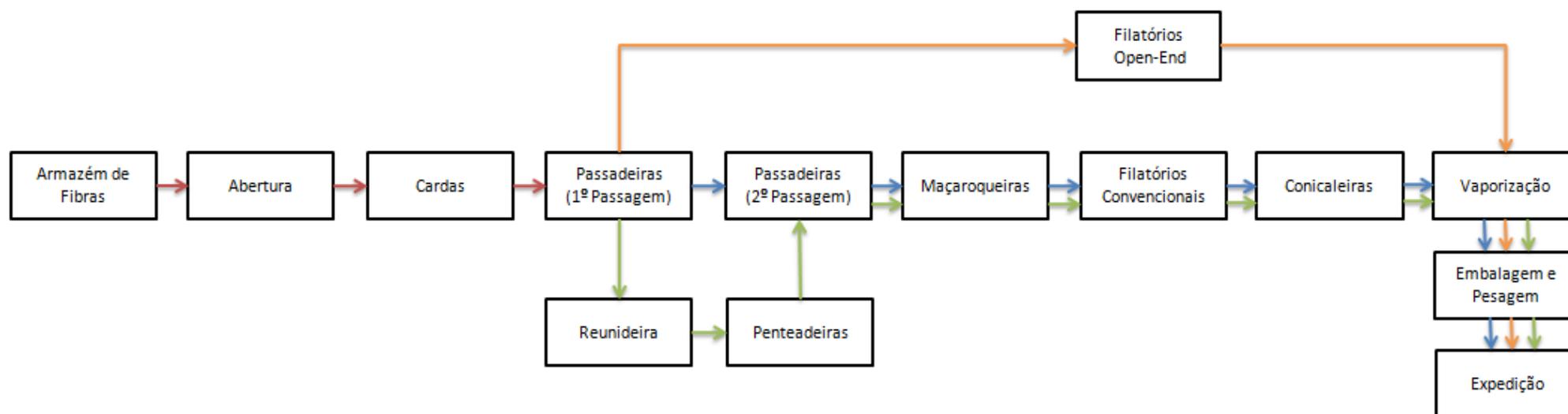


Figura 16: Organograma da Indústria de Fios Têxteis.

Fonte: O autor.

4.2 Caracterização do processo

Para melhor compreensão do processo produtivo da indústria de fios têxteis, será apresentado no fluxograma (Figura 17) as três linhas de produção, dos fios convencionais cardados, fios convencionais penteados e fios *open-end*.



Legenda:

- Fio Convencional Penteadado
- Preparação
- Fio Convencional Cardado
- Fio Open-End

Figura 17: Fluxograma do processo.
Fonte: Empresa concedente.

1. **Armazém de Fibras:** receber, pesar os fardos, empilhar (estoque), preparar a mistura e embarcar para a indústria.
2. **Abertura:** abrir, limpar e misturar o algodão e fibras sintéticas.
3. **Cardas:** transformar o algodão em flocos para cabo, paralelizando as fibras; compactar em fita através da estiragem.
4. **Passadeiras (1º Passagem):** realizar a dublagem das fitas (uniformizar o peso/unidade de comprimento), paralelizar as fibras, efetuar a estiragem no produto, uniformizar as fitas e corrigir o título da fita.
5. **Reunideiras:** reunir as fitas dos passadores de primeira passagem, realizando a preparação para a penteagem.
6. **Penteadeiras:** pentear a fita, eliminando as fibras curtas, impurezas e neps remanescentes, além de realizar a duplicação e a dublagem.
7. **Passadeiras (2º Passagem):** regularizar a fita através da duplicação e estiragem.
8. **Maçaroqueiras:** estirar a fita (afinar o produto e paralelizar ainda mais as fibras) e aplicar uma pré-torção, ou seja, transforma a fita em pávio, formando a maçaroça.
9. **Filatórios Convencionais:** transformar o pávio em fio através da estiragem e torção.
10. **Conicaleiras:** eliminar defeitos no fio, como, pontos grossos e pontos finos (purgagem) e passar o fio das espulas do filatório para bobinas.
11. **Vaporização:** fixar a torção, estabilizar, aliviar as tensões internas e recuperar a umidade dos fios.
12. **Embalagem e Pesagem:** embalar as rocas de fios em sacos plásticos individuais, colocar as rocas embaladas em caixas de papelão e pesar as caixas.
13. **Expedição:** expedir caixas de fios prontos para os clientes.

As quatro primeiras etapas do processo são comuns para as três linhas dos fios. Após os passadores de primeira passagem, as linhas irão se dividir em diferentes processos, em que será gerado como resultado fios distintos.

Para a linha do fio convencional penteado, o próximo processo será a reunideira, seguindo para a penteadeira, passadeiras de segunda passagem e assim por diante. O que irá diferir desta linha para a linha do fio convencional cardado é que a etapa dos passadores de segunda passagem é posterior a etapa dos passadores de primeira passagem e para a linha de fio convencional penteado é após a etapa da penteadeira.

Já para a linha de fio *open-end*, após passar pelas passadeiras de primeira passagem, o fio segue para os filatórios *open-end* (transformação da fita em fio), passando direto para o processo de vaporização, embalagem, pesagem e expedição. A partir da vaporização de fios (Figura 18), as etapas se tornam novamente comuns para todas as linhas.



Figura 18: Processo de vaporização dos fios.
Fonte: Empresa concedente.

4.3 Aplicação do Método DMAIC

O estudo de caso deste trabalho teve como etapas seguidas a metodologia DMAIC proposta por uma empresa terceirizada de consultoria juntamente com uma equipe da empresa. Para atingir o objetivo final do projeto *Lean Seis Sigma*, o qual é diagnosticar a situação atual e propor melhorias que ajudem a aumentar a rentabilidade da indústria, a equipe do projeto desenvolveu cada uma das etapas da metodologia.

4.3.1 Etapa *Define* (Definir)

Nesta etapa foi definida a estrutura do projeto, de suma importância, pois foi realizado o planejamento das etapas do projeto, a análise de ganhos, os membros da equipe e estipulado a meta do projeto utilizando como base o planejamento estratégico da empresa. É a partir desta etapa que o projeto obteve um direcionamento de como atingir o objetivo final.

Esta etapa consistiu na realização dos seguintes passos:

- ✓ Análises do projeto;
- ✓ Elaboração do Project Charter;
- ✓ SIPOC;
- ✓ Cronograma do projeto;
- ✓ Estratificação dos ys - Pareto;
- ✓ Árvore de Requerimentos.

4.3.1.1 Análises do projeto

Para iniciar o projeto, de acordo com a metodologia proposta pela consultoria, foi feita uma análise de viabilidade do projeto para verificar se irão trazer ganhos ou não para a empresa. Assim, foi aplicado três testes para fazer esta análise, sendo:

1. Análise de adequação ao Seis Sigma;
2. Análise Operacional (*Stakeholder*);
3. Probabilidade de sucesso.

No primeiro teste de Análise de adequação ao Seis Sigma, foi respondido cinco perguntas para verificar se a característica do projeto proposto será adequada a metodologia de Projetos *Lean Seis Sigma* proposta, essas perguntas foram debatidas com os patrocinadores do projeto e com o *champion*. O Quadro 3 apresenta o modelo do primeiro teste.

Questão	Resposta
<p>O projeto trata uma questão crítica para a qualidade (CTQ)?</p> <p>Sim→ Projeto Seis Sigma</p> <p>Não→ não é um projeto Seis Sigma com foco estratégico</p>	Não
<p>O projeto trata do crescimento da receita?</p> <p>Sim→ Projeto Seis Sigma</p> <p>Não→ não é um projeto Seis Sigma com foco estratégico</p>	Sim
<p>O projeto trata de redução de custo?</p> <p>Sim→ Projeto Seis Sigma</p> <p>Não→ não é um projeto Seis Sigma com foco estratégico</p>	Sim
<p>Pode ser completado em 6-12 meses?</p> <p>Sim→ Projeto Seis Sigma</p> <p>Não→ pare ou redesenhe</p>	Sim

Quadro 3: Análise de adequação ao Seis Sigma.
Fonte: adaptado de Domenech, 2013.

O projeto será adequado ao Seis Sigma se a resposta for "Sim" para pelo menos uma das três primeiras questões e "Sim" para as duas últimas (DOMENECH, 2013). Sendo assim, o projeto foi correspondente à metodologia Seis Sigma.

No segundo teste, Análise Operacional (*Stakeholder*), foi avaliado pelo líder do projeto e pelo *champion* o nível de comprometimento das pessoas envolvidas no projeto (*stakeholders*), o qual foi dividido em três: fraco, médio e forte. Os símbolos no Quadro 4 "O" e "X" representam respectivamente, o nível atual de comprometimento e o nível requerido.

Membros chaves dos projetos Seis Sigma	Fraco	Médio	Forte
Patrocinador: executivo com autoridade capaz de fazer acontecer		OX	
Champion/Donos de Processos: gerente responsável pelo processo			OX
Especialistas de diferentes áreas do processo (vertical e horizontal) – Maiores talentos			OX
Quebrador de premissas – Pensadores criativos			OX
Clientes e fornecedores chaves		OX	
Recursos Seis Sigma (MBB/BB)			OX
Executivos chaves/ Gerentes afetados pela solução			OX
Recursos de IT	OX		

Quadro 4: Análise Operacional (*Stakeholder*).
Fonte: adaptado de Domenech, 2013.

No último e terceiro teste, Probabilidade de sucesso, foi realizado uma reunião com todos os *stakeholders* do projeto para analisar todas as variáveis para o projeto obter sucesso, assim, foram dadas notas de 0 a 2 para cada variável conforme o Quadro 5 apresenta.

Nº	Variáveis chaves de predição	Nota Sim = 2, Parcial = 1, Não = 0
1	O projeto é de prioridade estratégica, alinhado com um grande Y	2
2	O nível de comprometimento na análise operacional (stakeholder) é forte	2
3	Há motivos suficientes para mudar	2
4	Há um objetivo claro e mensurável	1
5	Há expectativa de um RETORNO significativo	2
6	Estão disponíveis os membros chaves do time (vertical e horizontal)	2
7	Vários membros de equipe são talentos chaves e pensadores inovadores	2
8	Gerência disposta a comprometer os recursos críticos para a solução	1
9	O projeto pode ser concluído em 6-12 meses	2
10	Foi designado um líder Seis Sigma de tempo completo (BB, GB)	2
Nota geral de probabilidade de sucesso		18
Probabilidade de sucesso		0,9

Observações: notas individuais menores que "2" aumentam o risco

Probabilidade de sucesso:

Alta: 18-20

Média: 15-17

Baixa: 1-14

Quadro 5: Probabilidade de sucesso.
Fonte: adaptado de Domenech, 2013.

Como resultado desta análise, obteve-se uma probabilidade alta de sucesso, com 90% de chance. Com a conclusão desta etapa, validou-se que o projeto seria um projeto *Lean Seis Sigma*.

4.3.1.2 Elaboração do *Project Charter*

Após analisado a viabilidade do projeto, o líder do projeto elaborou o *Project Charter* (ANEXO A), onde se definiu o escopo e fez-se a elaboração do planejamento do projeto.

Na delimitação do escopo do projeto foi feita a definição da data inicial e final, quem será o *Green Belt* líder, Patrocinador, *Champion* e o *Master Black Belt*. Algumas informações que deverão estar contidas no *Project Charter* são:

1. **Caso de negócio** (Ligação do projeto com a estratégia da empresa): O projeto está ligado à visão da empresa que é crescer com rentabilidade.
2. **Oportunidades:** Aumentar o resultado da indústria de fios têxteis na ordem de R\$ 2.000.000. Para isso, será necessário reduzir o custo das vendas, que representa 75%

da receita bruta, aumentar a receita através do preço de venda, gerenciar estoques e matéria prima. Os resultados em 2011, 2012 e 2013 foram de - R\$ 7.700.000, - R\$ 400.000 e R\$ 3.900.000 respectivamente, o que totaliza um resultado de - R\$4.200.000 nesse período. É necessário aumentar o resultado para atender o planejamento estratégico da empresa.

3. **Meta:** Aumentar o resultado em R\$ 2.000.000,00.
4. **Escopo do projeto:** O escopo do projeto será a indústria (gerenciamento de matéria prima, estoques e planejamento de produção) e o comercial de fibras (fluxo de caixa, custo de vendas e aquisição de matéria prima).
5. **Membros da equipe.**
6. **Benefícios para clientes externos.**
7. **Agenda:** Será definido o período para conclusão de cada etapa do DMAIC.
8. **Recursos requeridos.**
9. **Assinatura dos responsáveis** (Quem são as pessoas chaves que devem validar o projeto?): *Green Belt* líder, *Champion* e Finanças.

4.3.1.3 SIPOC

Para definir os macros processos que o projeto irá abordar, utilizou-se a ferramenta SIPOC pela equipe do projeto, onde foram determinados o início e o fim do processo, as entradas, saídas, clientes, fornecedores, como também as etapas principais do processo conforme a Figura 19.

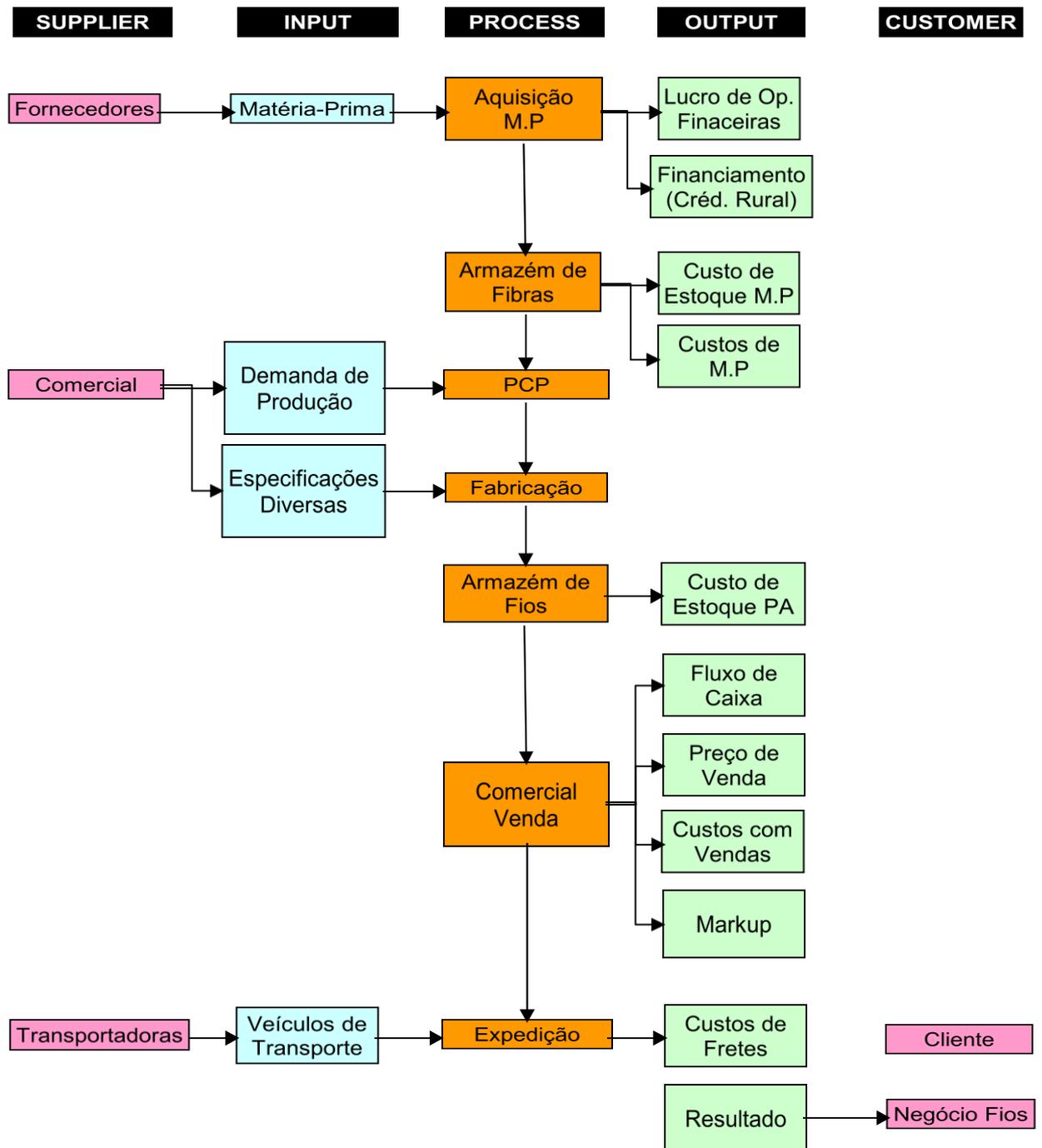


Figura 19: SIPOC Indústria de Fios Têxteis.

O projeto abrangeu os processos desde a aquisição da matéria-prima até último processo da indústria que é a expedição de fios. O processo de aquisição da matéria-prima é feito pelo departamento Comercial de Fibras, em que envolve todas as negociações diretas com os fornecedores. Na parte do processo Armazém de Fibras, foram analisados os custos de estocagem da matéria-prima. No processo PCP e Fabricação, analisou-se a programação da produção, o qual é feita com base nas informações que o departamento Comercial de Fibras repassa. Ainda no processo do Comercial de Fibras, foi estudado o fluxo de caixa, preço de

venda, custos com as vendas de fios e o *markup*. O custo do estoque dos fios foi parte do processo do Armazém de Fios, e o valor dos fretes com o processo de Expedição.

Com a utilização da ferramenta SIPOC para a representação dos macros processos, percebe-se que os fornecedores são os fornecedores de matéria-prima, que influenciam no preço de compra da matéria-prima, o Comercial de Fibras, que afeta na compra de matéria-prima como também na venda do produto acabado e Transportadoras, os quais são negociados os preços dos fretes.

4.3.1.4 Cronograma do projeto

Para a definição do tempo que cada atividade do projeto demandará, o líder do projeto elaborou um cronograma utilizando a ferramenta Gráfico de Gantt (ANEXO B).

4.3.1.5 Estratificação dos ys - Pareto

Para desmembrar as variáveis mais complexas do projeto a um nível mais simples, o líder do projeto fez a estratificação desse "Y" (variável que está sendo controlada, "Resultado") utilizando a ferramenta Diagrama de Pareto, sendo assim, a equipe do projeto pôde focar seus esforços em variáveis mais simples. Esta estratificação conta com a ajuda do diagrama de árvore, em que é desmembrado cada variável importante do projeto.

Partindo-se da meta que é aumentar o resultado da indústria de fios têxteis, foi analisado que para chegar a este objetivo, terá que ser feita a diminuição do custo e/ou o aumento da receita (Figura 20).



Figura 20: Estratificação "Aumentar resultado".

Fonte: O autor.

Após, desmembrou-se a variável "Diminuir custo" em gerenciar estoques e reduzir despesas (Figura 21), pois são as duas variáveis que afetam na redução do custo. Para especificar mais a parte dos estoques, foi analisado o estoque de matéria-prima, em processo e de produto acabado. No que diz respeito a despesas, foi avaliado os custos das vendas fiscais, despesas tributárias e despesas com vendas, esta última na parte dos fretes e das bonificações de vendedores.

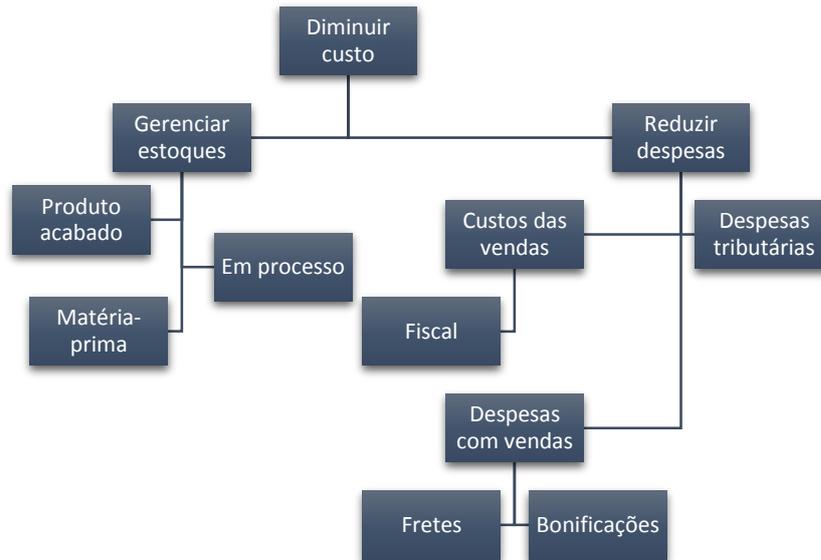


Figura 21: Estratificação "Diminuir custo".

Fonte: O autor.

Para aumentar a receita, analisou-se a possibilidade de aumentar o preço através do *markup* e melhorar o fluxo de caixa, como também aumentar o volume de vendas por meio da exposição da marca e pela possibilidade do desenvolvimento de novos produtos (Figura 22). Assim, a equipe teve um direcionamento melhor em como alcançar o objetivo do projeto.

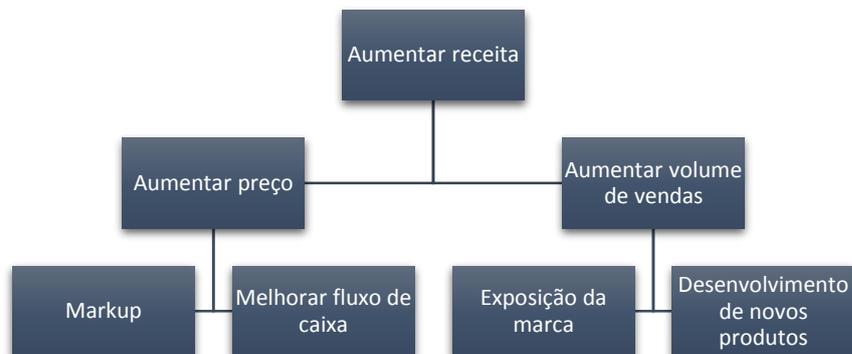


Figura 22: Estratificação "Aumentar receita".

Fonte: O autor.

Após estas estratificações, foram elaborados gráficos de Pareto para desmembrar algumas variáveis utilizando dados do ano de 2014, e descobrir onde a equipe do projeto deveria focar seus esforços.

Para a variável “Receita”, foram feitas as seguintes estratificações conforme os gráficos a seguir. Através da análise dos mesmos notou-se que a maior receita vem do produto “A” (Gráfico 1), e que este produto gera maior receita na Linha “1” (Gráfico 2) e verificando os produtos da Linha “1”, o que gera maior resultado é o Fio “462” (Gráfico 3). Assim, através destas informações o projeto teve um direcionamento em como conseguir aumentar o resultado da indústria de fios têxteis e consequentemente poder atingir o objetivo do projeto.

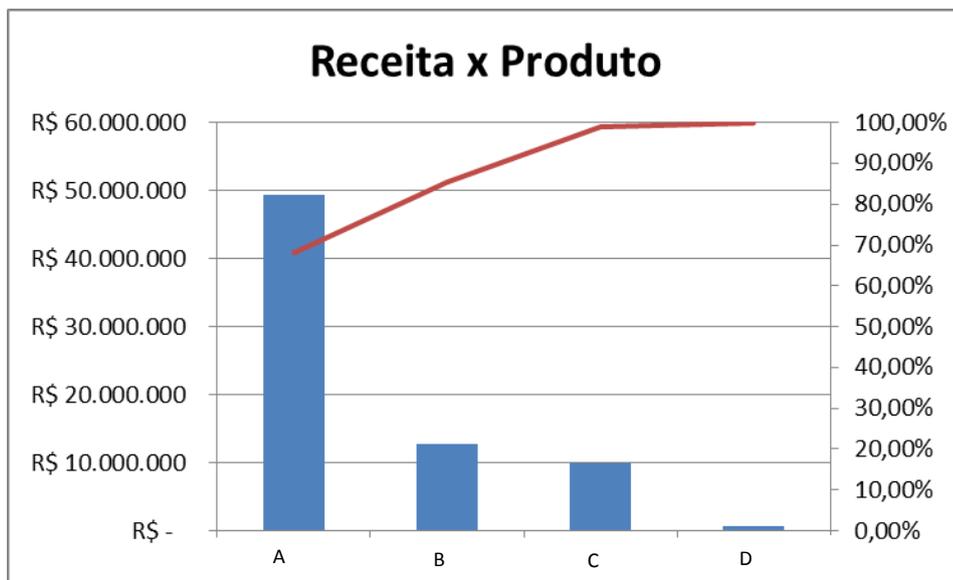


Gráfico 1: Estratificação Receita x Produto.

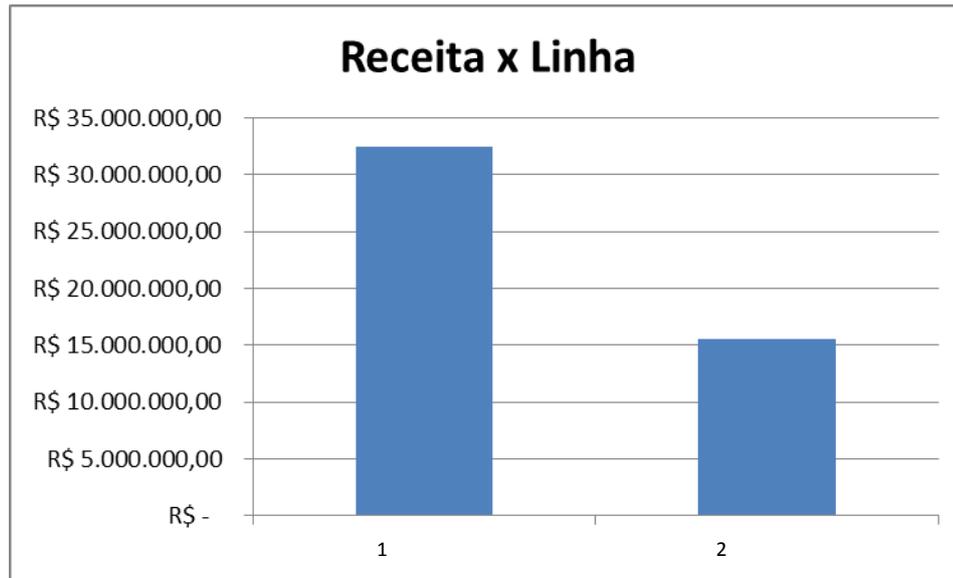


Gráfico 2: Estratificação Receita x Linha.

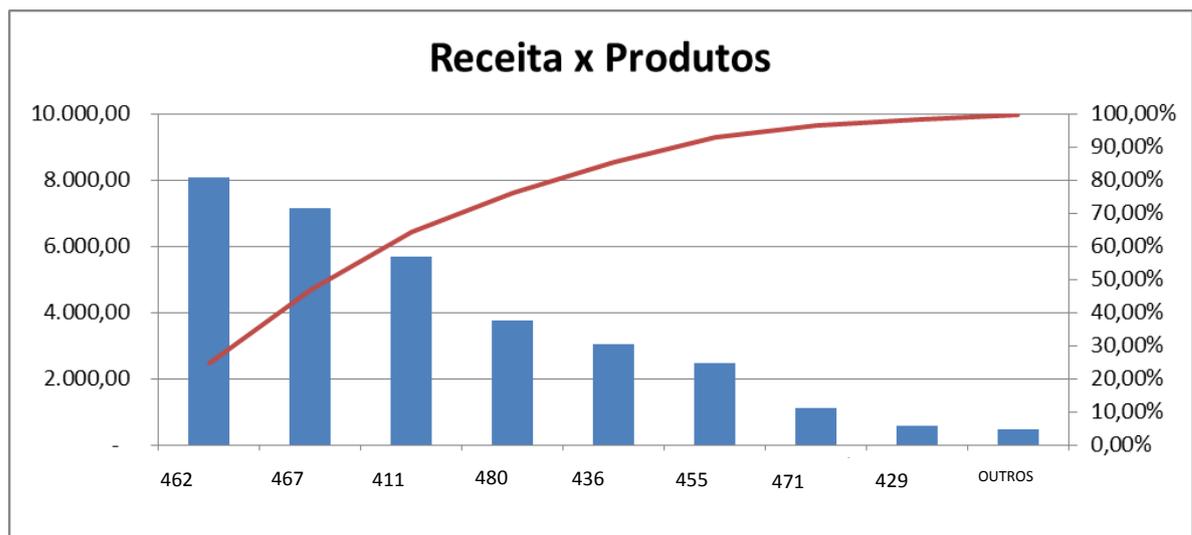


Gráfico 3: Estratificação Receita x Produtos.

4.3.1.6 Árvore de Requerimentos

Para melhorar o produto em termos técnicos precisos, a equipe identificou as necessidades dos clientes e dos *stakeholders* do projeto e propôs medidas para atingir essas necessidades, estes requerimentos são os CTQ ("*Critical To Quality*") que são a tradução da VOC - *Voice of Customer* (Voz do Cliente) em requisitos técnicos e mensuráveis. Para isto utilizou-se o diagrama de árvore, conforme ilustra a Figura 23.



Figura 23: Requerimentos do cliente (CTQs).

Analisaram-se as cinco variáveis que poderiam interferir na tradução das necessidades dos clientes, entre elas, processo, qualidade, resultado, segurança e custo. Dentro de cada variável buscou-se identificar os requerimentos do cliente, os que estão em amarelo são para melhoria e os que estão em preto são restrições.

Referente ao "Processo" identificou-se um requerimento para a quantidade de estoque de matéria-prima, produtos acabados e em processo, em que a finalidade seria a redução desses estoques, que acarretaria na diminuição dos custos. Quanto à "Qualidade", foi identificada como restrição ações que podem impactar na qualidade da matéria-prima e nos produtos comercializados. Dentro de "Resultados", a equipe identificou possíveis melhorias em focar apenas ações que impactam no aumento do resultado na ordem de R\$2.000.000,00. No que se refere a segurança do projeto, foi verificada uma restrição com relação às ações que prejudicam a segurança do colaborador, e por último, constatou-se uma restrição na parte de custos, em que as ações do projeto devem manter o consumo de energia \leq 2.200 MWh.

4.3.2 Etapa *Measure* (Medir)

Após a definição do projeto e estabelecidos focos para alcançar o objetivo, iniciou-se a etapa de medição, em que se obtiveram dados úteis para a busca de problemas existentes no processo. Para a captação dos dados, esta etapa incluiu:

- ✓ Ações de ganho rápido;
- ✓ Diagrama Causa-Efeito;
- ✓ Plano de coleta de dados;
- ✓ Validação do Sistema de Medição.

4.3.2.1 Ações de ganhos rápidos

Para iniciar a etapa medir, a equipe do projeto sugeriu ações onde foi possível obter ganhos rápidos no projeto. Por meio destas sugestões, elaborou-se uma matriz para o acompanhamento das implementações dessas ações, a qual estava dividida em (Figura 24):

- Nome da ação;
- Responsável por fazer a ação;
- Situação atual;
- Motivo;
- Riscos;
- Plano de controle.

Ação	Responsável	Situação atual	Motivo	Riscos	Plano de Controle
Controlar o custo do Frete por semana	Viviane	ok	Entender o que é pago	Relatório sair com erros	Emitir relatório semanalmente
Construir uma lista negra com os produtos e representantes de pior resultado	Fernando	ok	Subsídio ao comercial no momento da programação	Calcular a margem do produto errado	Validar com Finanças
Aproveitar mistura C na principal	Roberto	ok	Diminuir o custo da Matéria Prima	Alterar qualidade	Monitorar dados de qualidade
Comprar M.P sem NPR com maior porcentagem de aproveitamento na mistura principal	Cristiane	Inviável	O melhor fornecedor não negocia com NPR	Impacto no Fluxo de Caixa	Avaliar juros de NPR
Reduzir estoque	Fabricia e Ana	Em andamento	Reduzir o custo financeiro com juros		
Pesar fardos de poliéster da mesma forma que o algodão	Roberto	Em andamento	Diferença entre o peso faturado e o entregue		

Figura 24: Ações de ganho rápido.

Foram sugeridas seis ações que poderiam trazer ganhos rápidos, para isto, foram estabelecidos os responsáveis para colocar em prática cada ação recomendada, são elas:

1. Controlar o custo do frete por semana para entender o que é pago às transportadoras;
2. Construir uma lista negra com os produtos e representantes de pior resultado;
3. Aproveitar mistura C na mistura principal;
4. Comprar matéria-prima sem NPR (Nota Promissória Rural) com maior porcentagem de aproveitamento na mistura principal;
5. Reduzir estoque;
6. Pesar fardos de poliéster da mesma forma que o algodão.

4.3.2.2 Diagrama de Causa e Efeito

A equipe elaborou um diagrama de Causa e Efeito em que foram analisadas todas as variáveis do processo relacionadas com o "y" importante. No estudo, o "y" será o Resultado e as causas estarão relacionadas a cinco variáveis: Fretes, Matéria-Prima, Método, Fios e *Markup*. Na parte da Matéria-Prima, foi desdobrado em "Estoques" e "Aquisição de matéria-prima" e na parte do *Markup* em "Fluxo de caixa" e "Custos de vendas", no total foram encontradas 78 variáveis que afetam o resultado da indústria de fios têxteis. O diagrama de Causa e Efeito será apresentado no ANEXO C.

4.3.2.3 Plano de coleta de dados

Com o diagrama de Causa e Efeito pronto, a equipe se reuniu e identificou as variáveis (causas) que mais impactariam no resultado do projeto, ou seja, aquelas que seriam classificadas como críticas para o processo. Assim, com o auxílio do SIPOC e do diagrama de Causa e Efeito priorizado, foi possível fazer um plano de coleta de dados. Este plano foi de extrema importância para a obtenção de um banco de dados referente ao processo estudado, para posteriormente fazer suas análises e aplicar melhorias no processo.

As informações que estão contidas neste plano de coleta de dados são (Figura 25):

- ✓ Qual é a etapa do processo, de acordo com o mapa SIPOC;
- ✓ O que irá ser medido;
- ✓ Unidade de medida;
- ✓ Fonte dos dados;
- ✓ Responsável pela coleta;
- ✓ Frequência.

Etapa do processo (use o mapa)	O que irá ser medido?	Unidade	Fonte dos dados?	Responsável?	Frequência?
Aquisição de M.P	Preço Médio de Compra	R\$/lp	Contratos	Carlos	Semanal
Armazém de Fibras	Juros de Estoque	R\$	Sistema	Fernanda	Diária
Armazém de Fibras	Dias de Estoque	Contagem	Sistema	Roberto	Semanal
PCP	Quantidade de Trocas de Tít.	Contagem	Sistema	Elismara	Mensal
Armazém de Fios	Juros de Estoque	R\$	Sistema	Elismara	Diária
Armazém de Fios	Giro de Estoque	Contagem	Sistema	Fernando	Mensal
Armazém de Fios	Vendas x Estoque	Kg	Sistema	Viviane	Mensal
Comercial	Margem dos Produtos	R\$/Kg	Financeiro	Fernando	Mensal
Comercial	Margem dos Representantes	R\$/Kg	Sistema e Financeiro	Fernando	Semanal
Comercial	Faturamento dos Rep.	R\$	Sistema	Danilo	Semanal
Comercial	Fluxo de Caixa	R\$	Controladoria	Fernando	Mensal
Expedição	Custo de Frete	R\$/Ton	Sistema	Viviane	Mensal

Figura 25: Plano de coleta de dados.

A primeira frente analisada foi a parte de estoque de matéria-prima, no qual foram tirados dados desde 2011. Pode-se perceber que a cada ano aumentava o número de dias de estoque (Gráfico 4). Em outubro de 2014 o valor do estoque chegou a ser de 92 dias, o maior valor dos quatro anos analisados. Com a análise destes dados pode-se perceber que teria que ser feito algum plano de ação para diminuir as despesas com o estoque alto.

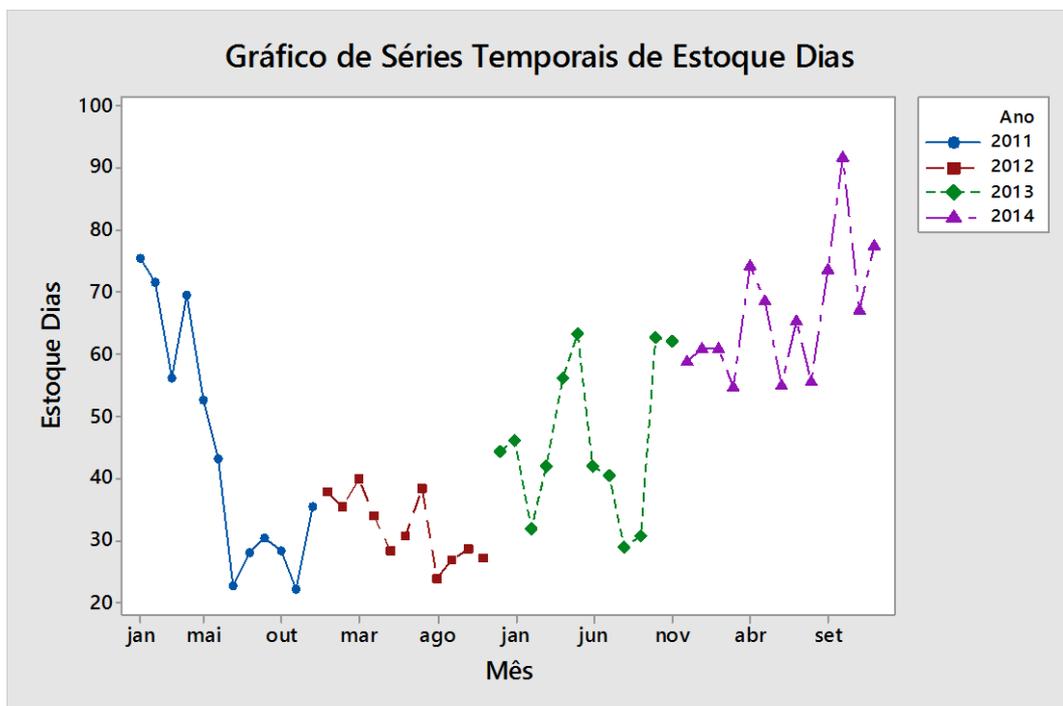


Gráfico 4: Estoque em dias de M.P.

Já em relação aos juros de compra de matéria-prima (Gráfico 5), pode-se perceber que seu valor tem aumentado significativamente junto com o aumento do estoque conforme visto no gráfico anterior. O valor do juros alto afeta diretamente nos resultados na indústria, sendo uma variável que foi analisada para que o projeto obtenha ganhos, através de planos de ação para diminuir o custo com juros.

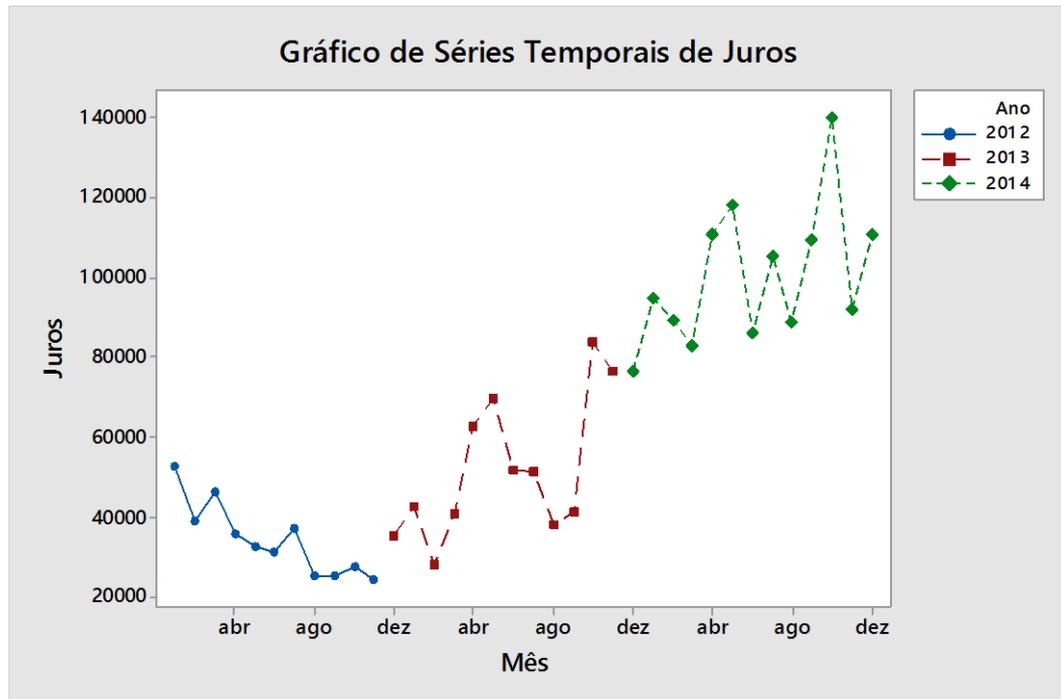


Gráfico 5: Juros de M.P.

Fazendo-se uma análise verificou que o ideal de número de dias do estoque de matéria-prima seria de 30 dias, pois fazendo os cálculos, os juros com o estoque atual do ano de 2014 são de R\$ 1.226.473 (Gráfico 6) e para 30 dias seria de R\$ 667.591 (Gráfico 7), portanto, uma diferença de R\$ 558.882. Através desta análise pode-se verificar que se a indústria de fios têxteis conseguir diminuir seus estoques de matéria-prima, obterá uma redução significativa de suas despesas, contribuindo assim para o alcance da meta do projeto *Lean Seis Sigma*.

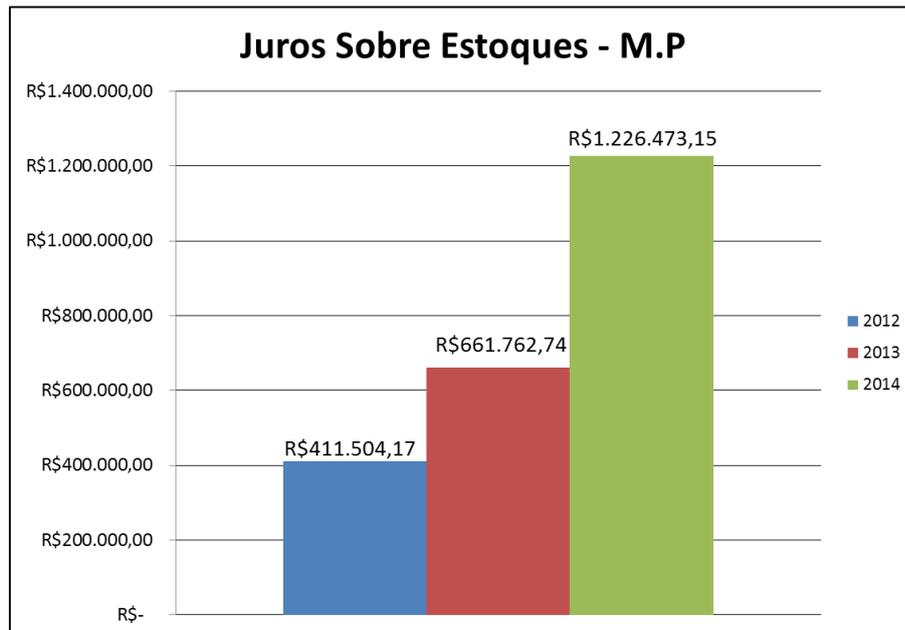


Gráfico 6: Juros sobre Estoques de M.P.

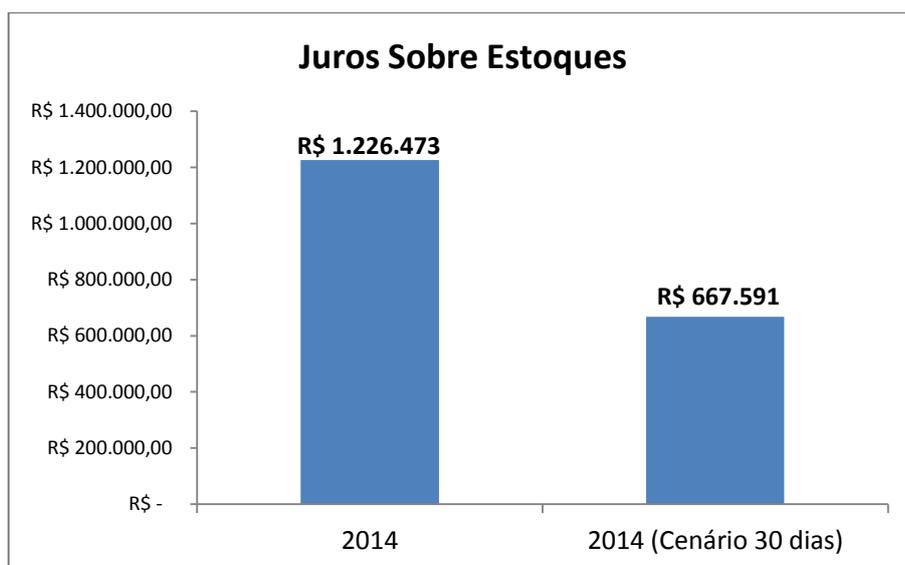


Gráfico 7: Cenário - Juros sobre Estoques de M.P.

Já em relação aos dados do estoque de fios, foi retirado os dados desde 2012 do tamanho do estoque de fios (kg), valor do estoque em reais, o número de dias de estoque (Gráfico 8) e os juros. Pode-se notar no gráfico que o estoque tem aumentado ao longo dos anos, ficando constante apenas no final de 2014. Assim, para a obtenção de ganhos no projeto, foi elaborado um plano de ação em relação ao estoque de fios, pois quando o mesmo diminuir, conseqüentemente os juros também diminuirá.

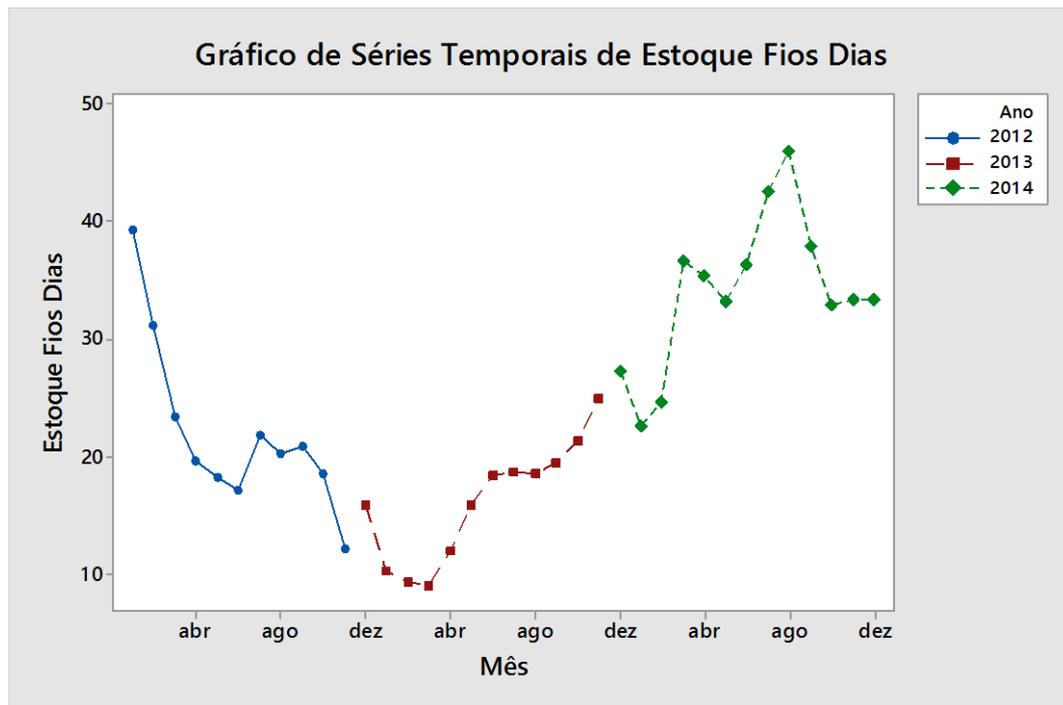


Gráfico 8: Estoques Fios dias.

4.3.2.4 Validação do Sistema de Medição

Definido o plano de coleta de dados, a equipe validou o sistema de medição, para verificar se foi bem definido, documentado e utilizado de forma consistente por todos os envolvidos. Para fazer esta validação, foi necessário a equipe preencher um questionário, respondendo com notas de 0 a 2, sendo respectivamente as respostas, "Não", "Parcial" e "Sim". Caso haja muitas perguntas respondidas com zero, o sistema de medição terá grande chance de ser inadequado, para isto, é necessário que se faça melhorias no mesmo, até mesmo iniciando uma nova coleta de dados.

O questionário preenchido é mostrado na Figura 26.

Categoria	Nº	Questão chave	Nota Sim = 2, Parcial = 1, Não = 0
Definição Operacional	1	Há Definição Operacional da medição?	1
	2	Mede a propriedade desejada?	2
	3	É conhecida e praticada por todos?	2
Geração da informação	4	A exatidão é adequada?	2
	5	Há concordância entre os funcionários?	2
	6	Os funcionários são consistentes e estáveis?	2
	7	Os dados do produto/serviço são "rastreadáveis" com os dados do processo?	2
Bases Adequadas	8	Os dados podem ser recuperados das bases existentes?	2
	9	Se os dados estão em bases diferentes, podem ser relacionados?	2
	10	As bases são atualizadas?	2
Nota geral de adequação do Sistema de Medição			19

Adequação do Sistema de Medição
Alta: 18-20
Média: 15-17
Baixa: 1-14

Figura 26: Questionário de validação.

Fonte: adaptado de Domenech, 2013.

Neste caso, a nota geral de adequação do Sistema de Medição foi alta, sendo adequado o sistema para o projeto. Percebeu-se apenas que a definição operacional da medição foi feita parcialmente, mas que isto não implicará no sistema como um todo.

Após verificar que a adequação do Sistema de Medição é alta, calculou-se a capacidade do processo do estado atual (Gráfico 9), chegando a um resultado do Nível Sigma de 0,87.

No gráfico pode-se observar que o limite inferior de especificação foi “zero”, pois para que a indústria de fios têxteis produza sem ficar com resultados negativos, foi especificado o valor zero, assim pelo menos conseguirá pagar suas contas sem ficar no prejuízo, mas também não terá lucro. Os valores os quais foram utilizados para esta análise foram dados do resultado (R\$) do ano de 2014, ou seja, o N Amostral foi igual a 12 (meses).

O Nível Sigma o qual o software Minitab calculou é igual ao valor de Z.Bench da Capacidade Global, que obteve como resultado o valor 0,87 (processo muito ruim).

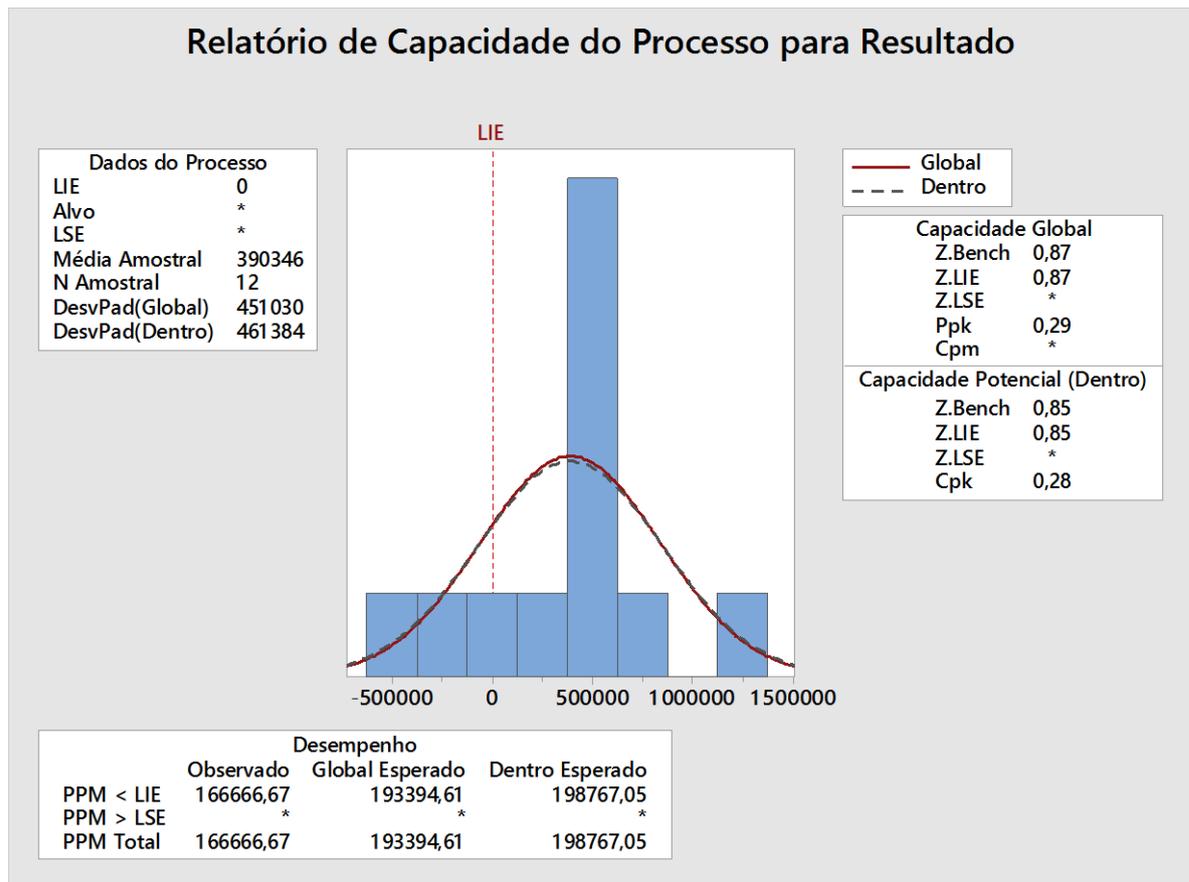


Gráfico 9: Capacidade do processo atual.

4.3.3 Etapa *Analyse* (Analisar)

Após o levantamento dos dados na etapa anterior, fez-se uma análise dos mesmos com o objetivo de levantar possíveis problemas no processo para posteriormente fazer melhorias. Para isso, esta etapa consistiu na aplicação das ferramentas da qualidade:

- ✓ FMEA;
- ✓ 5 Porquês;
- ✓ Análise de Resistências do Projeto e Validação da Etapa.

4.3.3.1 Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA)

A terceira etapa do projeto iniciou-se com a aplicação da ferramenta para ajudar a estreitar as causas raízes de cada processo e a focar no problema. Para o desenvolvimento do FMEA, foi necessária a participação de todos os integrantes da equipe, pois cada um contribuiu com diferentes ideias.

De início, foi separado em cinco frentes para a análise específica de cada processo, os quais são:

- Matéria-prima;
- Frete;
- Método;
- Fios;
- Markup.

Assim, seguiu-se o procedimento de preenchimento do FMEA, o qual o líder do projeto orientava a maneira de preencher. Primeiramente foram separadas as entradas de cada frente, ou seja, principais operações do processo, depois foram analisadas o modo de falha (o que poderia dar errado com as entradas), efeitos (qual seria o impacto no cliente), severidade (gravidade do efeito), causas (quais são as causas dos modos de falha), ocorrência (frequência dos modos de falha), controle (como são detectados as causas ou modos de falha), detecção (chance de detectar a falha), RPN (multiplicação das variáveis: severidade, ocorrência e detecção) e por fim, as ações recomendadas (o que pode ser feitos para melhorar) (ANEXO D).

Os valores das notas e descrição das mesmas para cada avaliação (Severidade, Ocorrência e Detecção) que foi utilizado para o preenchimento do FMEA está identificado na Figura 27.

Ao todo foram levantados 142 modos de falhas, 35 variáveis de entrada e 97 causas, tudo isto gerando como resultado 44 ações a serem realizadas.

SEVERIDADE	
Nota	Critério
1	Falha menor, não detectada pelo cliente
2	Falha menor que pode ser detectada pelo cliente
3	Falha moderada que pode resultar em alguma insatisfação do cliente
4	Falha importante que pode gerar um alto nível de insatisfação do cliente
5	Falha muito importante ou questões de segurança. Impacto adverso para o cliente ou usuário final

OCORRÊNCIA		
Nota	Critério	Taxa de ocorrência
1	Falha ocorre com frequência extremamente remota	1 em 1 500 000
2	Falha ocorre com frequência remota	1 em 15 000
3	Falha ocorre com frequência baixa	1 em 400
4	Falha ocorre com frequência elevada	1 em 8
5	Falha ocorre com frequência muito elevada	1 em 3

DETECÇÃO	
Nota	Critério
1	Detecção quase certa
2	O modo de falha é detectado de forma óbvia
3	O modo de falha é detectado, mas não de maneira óbvia
4	O modo de falha é muito difícil de detectar
5	O modo de falha não é detectável

Figura 27: Lista dos valores da Severidade, Ocorrência e Detecção.
Fonte: adaptado de Domenech, 2013.

Após o preenchimento da ferramenta, foi feita uma análise de todas as ações que foram recomendadas durante as reuniões da equipe e divididas em: viáveis, inviáveis e necessita de avaliação. O total de ações que foram viáveis foram 19 ações, de inviáveis foram 16 e que necessitavam de avaliação foram 9.

As ações que foram consideradas viáveis foram:

- Indicador de Mistura C por Lote;
- Controlar Juros;
- Manter estoque baixo;
- Planejamento de compras e entregas;
- Otimização dos caminhões;
- Indicador Aprovado x Recebido;
- Estudar margem por SKU, como exemplo de bebidas;
- Venda interna;
- Produto parado Estudar juros x preço;
- Receber algodão sem HVI;

- Diminuir fretes da Transhizza;
- Planejamento de entregas;
- Previsão de demanda;
- Melhorar markup;
- Criar catálogo online;
- Fazer divulgação por e-mail;
- Melhorar canal de comunicação com o cliente;
- Verificar resultados por representantes;
- Validação do Fornecedor.

Posteriormente, foi elaborado um plano de ação (Quadro 6), onde foi colocado todas as ações, os responsáveis da equipe para o cumprimento da ação e estipulado um prazo para a finalização de cada ação.

O quê?	Quem?	Quando?	Status
Criar Indicador da mistura C por lote (aproveitamento)	Enc. Arm. de Plumas	30/09/2015	Andamento
Controlar juros sobre o estoque	Ger. Com.	19/11/2015	Andamento
Manter estoque baixo	Ger. Ind. / Ger. Com.	27/11/2015	Andamento
Manter planejamento de compras e entregas	Ger. Com.	23/10/2015	Andamento
Criar Indicador de HVI aprovado x recebido	Enc. Arm. de Plumas	13/11/2015	Andamento
Receber algodão para mistura C sem HVI	Superv. de Qualidade	07/10/2015	Finalizado
Diminuir fretes da Transhizza	Superv. Adm.	30/09/2015	Finalizado
Otimizar cargas dos caminhões para redução do número de entregas de fios	Superv. Adm	20/10/2015	Finalizado
Fazer previsão de demanda	Coord. Com.	20/11/2015	Aguardando Início
Melhorar markup	Coord. Comercial	06/11/2015	Finalizado
Estudar margem por SKU, como exemplo de bebidas	Coord. Com./ Ger. Ind.	30/11/2015	Finalizado
Aumentar Venda interna	Coord. Com.	30/11/2015	Finalizado
Estudar a relação juros x preço a partir da planilha desenvolvida pela Eng. De Processos	Coord. Com.	28/10/2015	Abortado
Criar catálogo online	Eng. de Processos	30/09/2015	Aguardando Início
Fazer divulgação dos produtos por e-mail	Eng. de Processos	09/10/2015	Aguardando Início
Melhorar canal de comunicação com o cliente	Eng. de Processos	23/10/2015	Aguardando Início
Verificar resultados por representantes	Coord. Com.	29/10/2015	Finalizado

Quadro 6: Plano de ação FMEA.

4.3.3.2 5 Porquês

Após descobrir os possíveis problemas no processo utilizando o FMEA, fez-se uma compreensão profunda das causas raízes dos modos de falha com o auxílio da ferramenta 5 Porquês. Assim, foram verificadas as causas raízes potenciais utilizando dados e a experiência do pessoal de cada área (equipe).

Como resultado do FMEA, das 35 variáveis de entrada, foram selecionadas apenas 14 variáveis, dentre estas variáveis foram obtidos 185 porquês.

As 14 variáveis selecionadas, para a análise dos 5 Porquês foram:

- Representantes sem resultados;
- Juros sobre estoques;
- Aprovação de HVI e Take-up;
- Facção;
- Diferença de programação orçada x realizada;
- Estratégia comercial;
- Falta de conhecimento do produto;
- Quantidade de SKU's;
- Setup;
- Produção empurrada;
- Quantidade de fornecedores (M.P.);
- Produtos parados em estoque;
- Rateio/UEP;
- Fluxo de caixa.

4.3.3.3 Listar soluções

Para listar possíveis soluções dos problemas encontrados com a utilização dos 5 Porquês, foi realizado uma reunião com a equipe para fazer um *brainstorming*, ou seja, gerar ideias que possam eliminar ou diminuir o problema. As ideias que foram geradas são apresentadas no ANEXO E.

4.3.3.4 Análise de Resistências do Projeto e Validação da Etapa

Para verificar o alinhamento da equipe com o projeto, foi aplicada a Análise GRIP:

- ✓ *Goals:* A equipe conhece claramente as metas e resultados que devem ser alcançados no curto/médio e longo prazo?
- ✓ *Roles:* A equipe conhece e concorda sobre os integrantes que fazem parte do time e sobre as responsabilidades de cada integrante?
- ✓ *Interpersonal:* A equipe tem o nível de conhecimento, confiança, franqueza, participação e comportamento indispensáveis para ser uma equipe de sucesso?
- ✓ *Process:* A equipe possui uma concepção compartilhada sobre como deverão trabalhar em conjunto (DOMENECH, 2013)?

Entregou-se um questionário para cada membro da equipe e foram analisadas questões como o conhecimento em relação às metas do projeto, definição do escopo, os papéis e responsabilidades de cada um na equipe, a agenda do projeto, entre outros. O questionário foi preenchido pelos nove integrantes da equipe e para cada questão será dado uma nota de 0% a 100% em relação ao conhecimento daquela questão. O resultado da aplicação da técnica GRIP está apresentado na Figura 28 e o gráfico correspondente da análise está apresentado no Gráfico 10. A aplicação desta ferramenta implica em determinar o nível de conhecimento de cada membro da equipe em relação ao projeto em diferentes aspectos, e com isso analisar o que pode ser trabalhado para melhorar as avaliações dos mesmos em relação aos critérios utilizados na ferramenta GRIP.

Questões chaves		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
G	Propósito macro Entendemos e concordamos na nossa missão e resultados desejados (visão)						1					8
	Clientes e requerimentos Conhecemos quem são as pessoas chaves afetadas pelo projeto, o que eles querem e porque este projeto é realmente necessário							1			1	7
	Metas e resultados Identificamos metas específicas e mensuráveis relacionados com os objetivos do negócio						1			1		7
	Definição do escopo do projeto Entendemos/concordamos com o que foi incluído/excluído no escopo e tarefas. O escopo foi estabelecido								1	1		1
R	Papéis e responsabilidades Temos definido e concordamos com nossos papéis, responsabilidades, habilidades requeridas e recursos para o projeto									1	3	5
	Autoridade e autonomia Está claro o grau de autoridade e delegação de responsabilidades que o time tem para ter sucesso no projeto									2	2	5
P	Fatores críticos de sucesso Conhecemos e estamos focando os fatores chaves necessários para atingir as metas do projeto							1				8
	Plano e atividades Temos um plano efetivo de ação a seguir que inclui as tarefas certas, claramente definidas e designadas						1				2	6
	Monitoramento e medição Temos um processo efetivo de monitoramento e medidas específicas para medir o avanço e as metas								1	2	1	5
	Agenda Temos definido a agenda do projeto e conhecemos as fases e marcos chaves								1		3	5
I	“Concordância operacional” do time Compartilhamos expectativas e formas de trabalho sobre como o time vai trabalhar						1			3	2	3
	Relações interpessoais no time As relações dentro do time são as requeridas, há franqueza, confiança, participação e comportamentos desejados para um time saudável e produtivo					1			3	1	2	2

Figura 28: Análise GRIP.

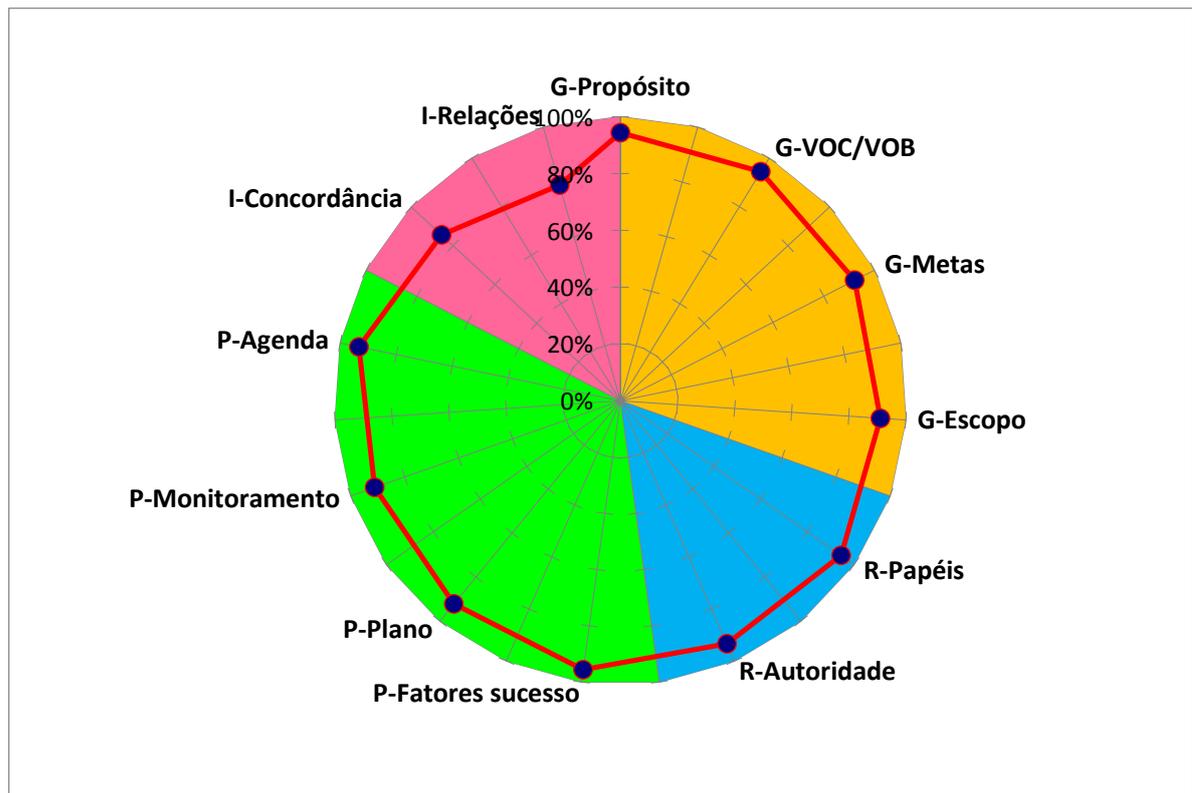


Gráfico 10: Resultado da análise GRIP.

Portanto, o time do projeto demonstrou ter um bom conhecimento em todos os quesitos do projeto, com exceção do critério "Relações interpessoais no time" que obteve uma porcentagem de 78,9%. Isso se deve ao fato do baixo comprometimento e engajamento de alguns integrantes da equipe.

Após esta análise de resistência e entendimento dos objetivos do projeto, a etapa Analisar foi concluída e validada.

4.3.4 Etapa *Improve* (Melhorar)

Nesta quarta etapa do DMAIC, foi feita uma seleção das soluções encontradas na etapa anterior. Onde todas as 101 soluções foram analisadas individualmente seguindo três critérios:

- ✓ Implantação;
- ✓ Impacto;
- ✓ Investimento.

Assim, foi possível analisar que solução será mais importante e que influenciará no resultado final do projeto. Cada membro da equipe deu uma nota para cada solução de acordo com os três critérios, as notas atribuídas foram baseadas nas seguintes classificações (Figura 29).

INVESTIMENTO	
Nota	Critério
1	Investimento alto
3	Investimento baixo
5	Não tem investimento

IMPLANTAÇÃO	
Nota	Critério
0	Não dá pra fazer
5	Difícil de fazer
7	Médio
10	Fácil de fazer

IMPACTO	
Nota	Critério
1	Nenhum resultado
5	Resultado pequeno
7	Resultado médio
10	Resultado grande

Figura 29: Classificação Investimento, Impacto e Implantação.
Fonte: adaptado de Domenech, 2013.

Após esta classificação, elaborou-se um plano de ação para implantação destas 101 soluções. Está descrito neste plano quem serão os responsáveis da equipe para a realização da solução, quando terão que implantar e o status de cada implantação, os quais estão divididos em: Finalizado, Andamento, Aguardando início e Abortado. A nota atribuída para cada critério resulta na priorização de prazos das ações.

4.4 Resultados e Discussões

Os resultados obtidos no decorrer do projeto com a execução das fases anteriores da metodologia serão monitorados na última fase (Controlar), onde serão analisados os principais ganhos e será feito um acompanhamento dos mesmos até o final do projeto, o qual está previsto para dezembro de 2015. Por fim, contabilizar todos os ganhos que o projeto trouxe para a empresa e fazer a entrega do projeto para o dono do processo, o qual será responsável por manter as ações que foram desenvolvidas durante todo o projeto.

4.4.1 Etapa *Control* (Controlar)

Por último, para finalizar a aplicação da metodologia DMAIC, a etapa controlar tem como foco o controle dos ganhos que foram obtidos ao longo do projeto, como também dos processos que impactam no resultado da indústria de fios têxteis.

Esta etapa consistiu em basicamente na implantação do CEP (Controle Estatístico do Processo), ou seja, apenas no acompanhamento dos processos por meio dos gráficos que foram gerados com os dados no decorrer do projeto.

Em relação ao acompanhamento do valor da matéria-prima (algodão), foi feita uma comparação com os valores cotados pela Bolsa de Nova Iorque (NY) e ESALQ, acompanhando a variação dos dados desde janeiro de 2012 (Gráfico 11).

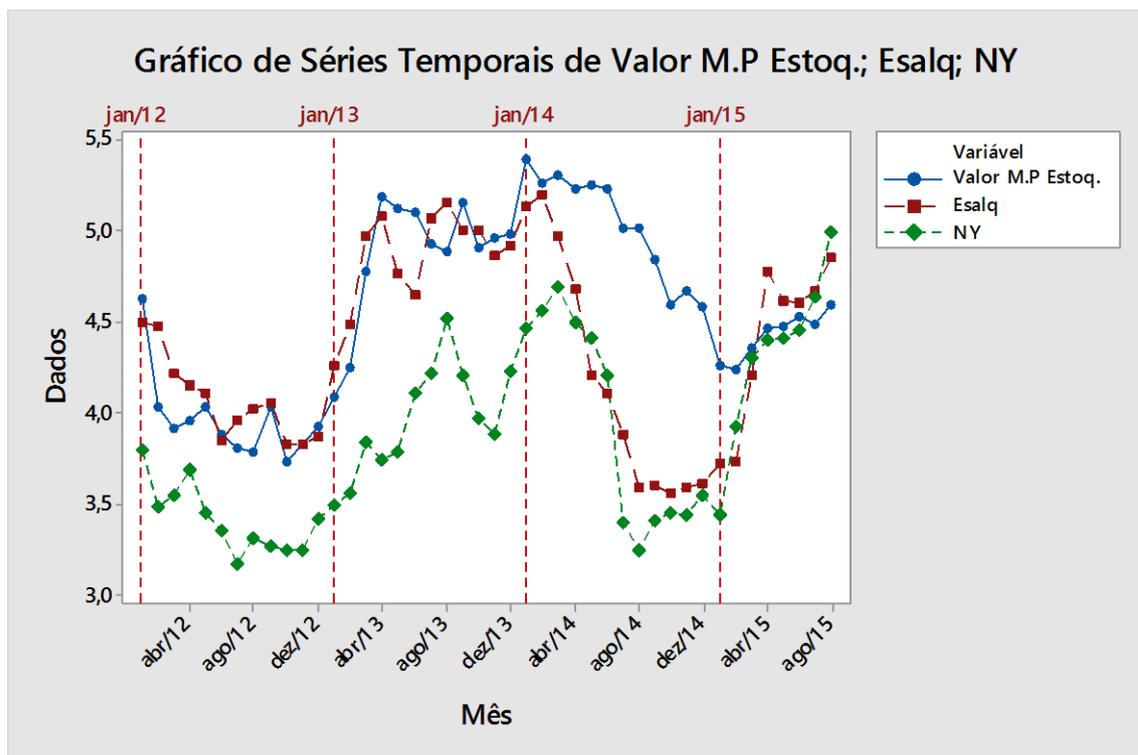


Gráfico 11: Valor M.P, ESALQ, NY.

Como uma das propostas do projeto foi de diminuir o estoque de matéria-prima de 65 dias para 30 dias, é possível observar no Gráfico 12 esta queda do número de dias, chegando ao mês de agosto em um valor de 27 dias de estoque. Já em relação ao estoque de fios, houve um aumento a partir do mês de maio, este valor deve-se ao fato da demanda estar baixa e por isso ter fios sem venda no estoque (Gráfico 13).

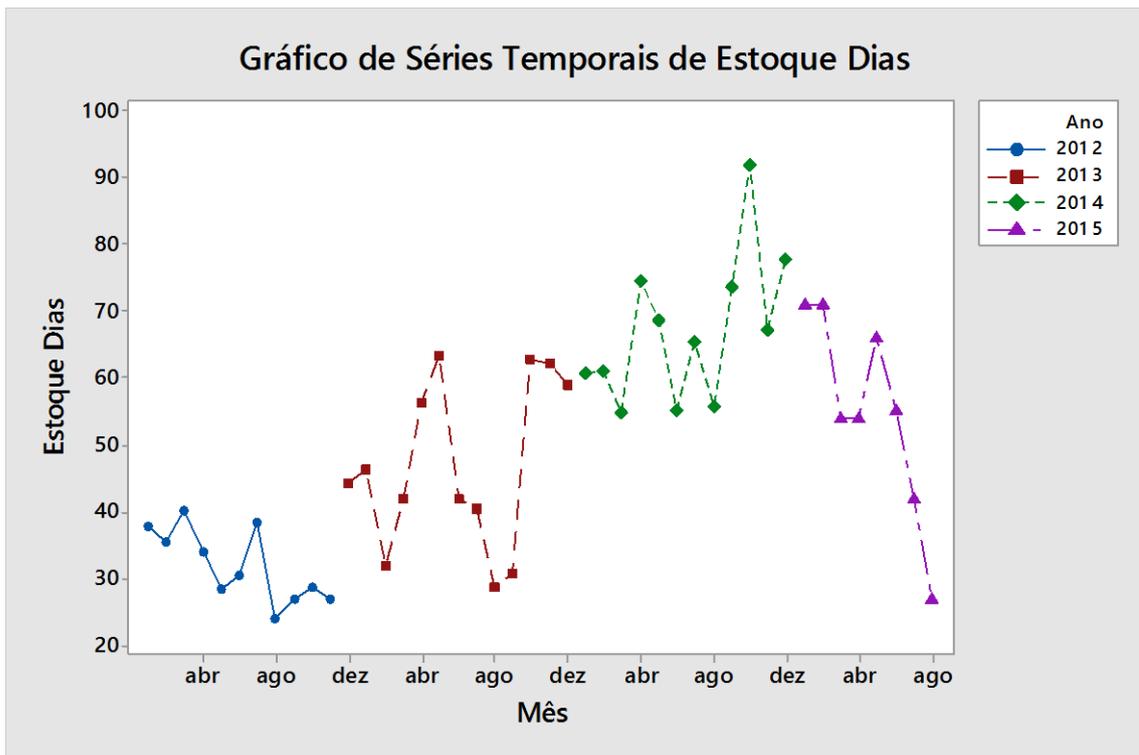


Gráfico 12: Estoque em dias M.P.

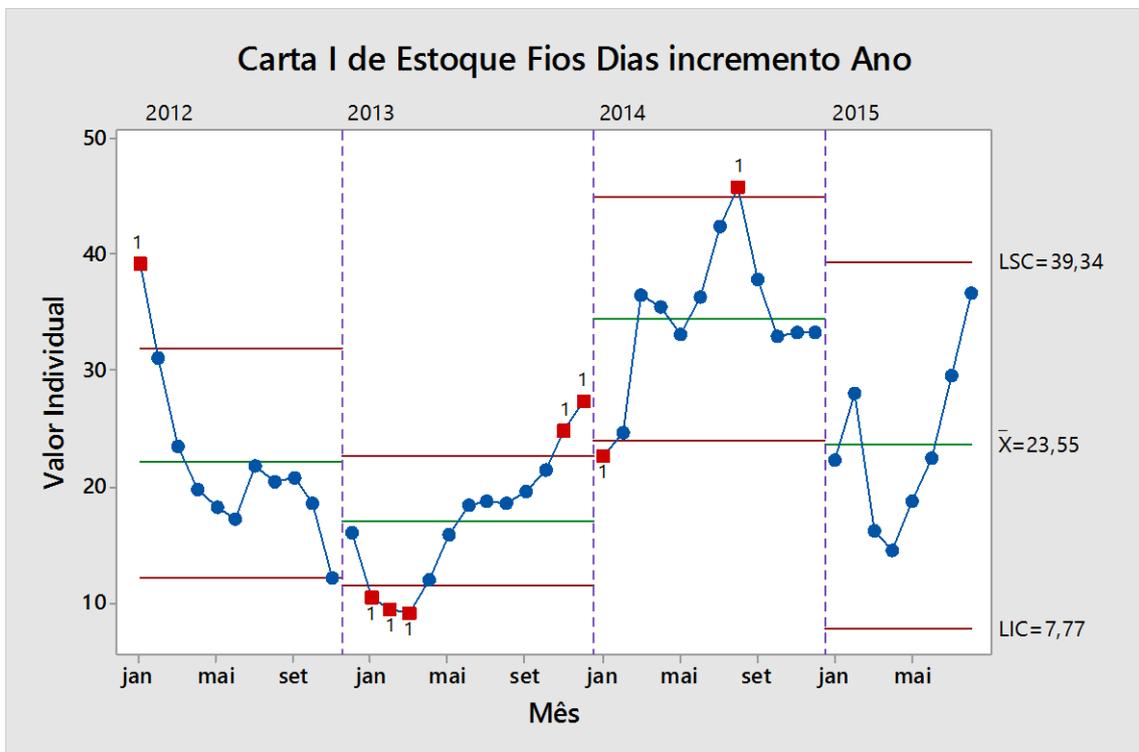


Gráfico 13: Estoque em dias Fios.

Em relação aos juros de matéria-prima, também está sendo feito um acompanhamento do seu valor, o qual se pode notar no Gráfico 14 que seus valores estão caindo cada vez mais.

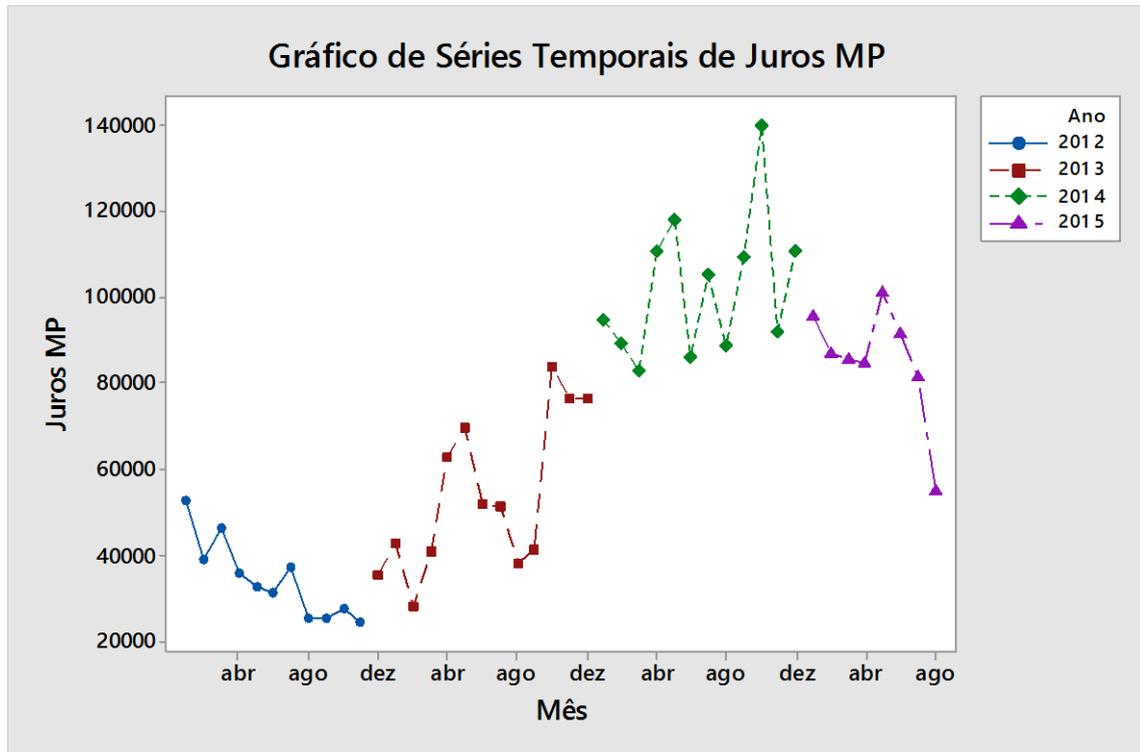


Gráfico 14: Juros M.P.

As variáveis controladas além das citadas acima são:

- ✓ Juros Gerenciais;
- ✓ Estoque de Fios (Kg);
- ✓ Estoque de Fios (R\$);
- ✓ Juros Fios;
- ✓ Estoque de M.P. (Kg);
- ✓ Estoque de M.P. (R\$);
- ✓ Entradas;
- ✓ Saídas;
- ✓ Financiamento;
- ✓ Caixa;
- ✓ Resultado.

Também está sendo controlado o faturamento e resultados dos representantes, pois um dos problemas que foram detectados foi que tinham representantes que não davam resultado, sendo assim, seu acompanhamento será essencial para avaliar quais são esses representantes.

O Gráfico 15 mostra o resultado dos representantes nos meses de julho e agosto de 2015, verificando que o representante “N” deu resultado muito negativo no mês de julho, mas no mês de agosto conseguiu recuperar suas vendas.

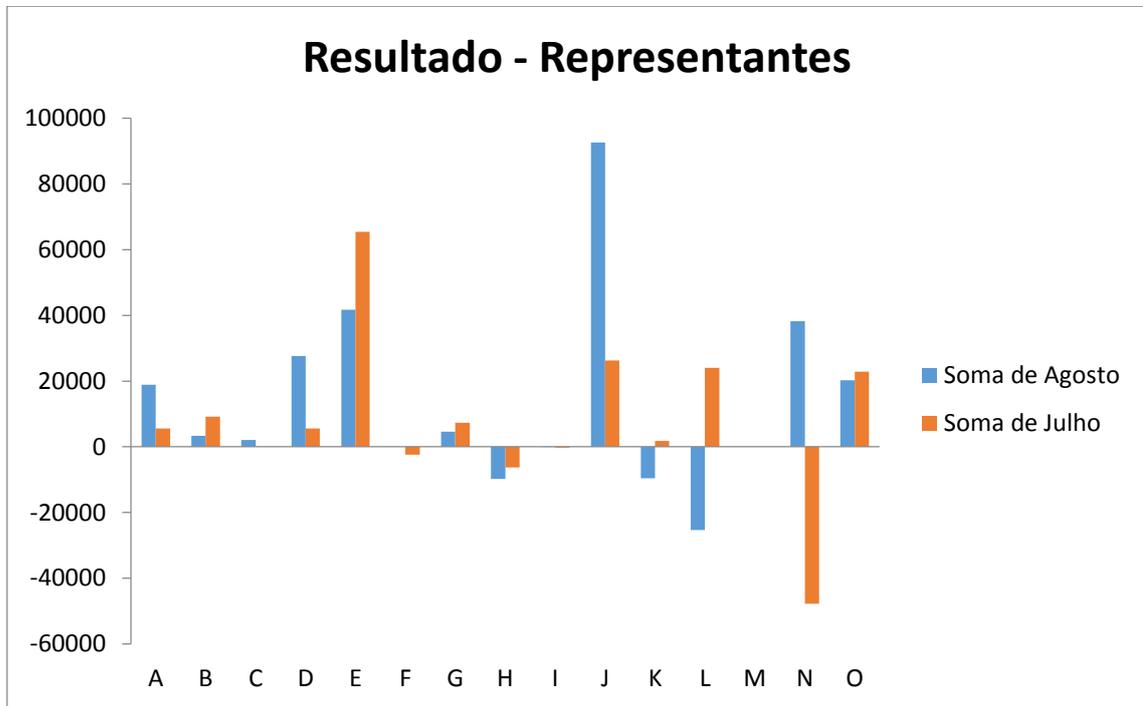


Gráfico 15: Resultado Representantes.

Principais ações que foram realizadas no decorrer do projeto foram:

- ✓ Redução do estoque de M.P para 30 dias;
- ✓ Vendas diretas para clientes maiores;
- ✓ Otimização das cargas e fretes;
- ✓ Gestão dos representantes e produtos a partir dos dados de venda;
- ✓ Compra de algodão sem HVI para mistura C;
- ✓ Remessa de M.P para a facção com um valor menor;
- ✓ Desenvolvimento de fio diferenciado para Linha "1";
- ✓ Análise de SKU's por resultado;
- ✓ Desenvolvimento do *Markup* Fios.

No que se refere ao *Markup*, suas vantagens são:

- ✓ Maior agilidade e facilidade na programação da produção;
- ✓ Flexibilidade para análise de diferentes cenários de produção;
- ✓ Ferramenta para tomada de decisão;

- ✓ Redução do tempo para estudos de viabilidade de produção;
- ✓ Analisar o impacto de uma alteração de preços;
- ✓ Avaliar descontos que podem ser dados.

Para o controle do resultado e faturamento dos representantes, foi elaborada uma planilha "Análise de Resultado", onde na mesma serão acompanhados os custos de cada fio, o preço de venda, qual deu maior resultado, entre outros. Todas estas informações com o objetivo de: analisar o desvio padrão entre os preços praticados pelos representantes; analisar os representantes que diminuíram as vendas; analisar representantes que não estão trazendo resultado; analisar faturamento de cada fio; analisar resultado de cada fio e para comparar dados entre os meses que o projeto está abrangendo.

Tendo realizadas todas estas mudanças no processo, avaliou-se a capacidade do processo, onde foi verificado que o Nível Sigma passou de 0,87 para 0,97 (Gráfico 16). Ainda não é o resultado final, pois a última fase do projeto está para finalizar em janeiro de 2016, portanto os dados do projeto estão em fase de acompanhamento ainda.

Esta pequena melhora do valor do Nível Sigma deve-se as melhorias implantadas no decorrer do projeto, lembrando que para avaliação do Nível Sigma antes do projeto, foram analisados dados do ano de 2014 (12 meses) e para avaliação do Nível Sigma atual foram analisados apenas dados do ano de 2015 até o mês de outubro (10 meses). Há uma amostra que o valor está fora do Limite Inferior de Especificação, isto se deve ao fato de que no mês de outubro o resultado foi negativo devido à grande queda das vendas de fios.

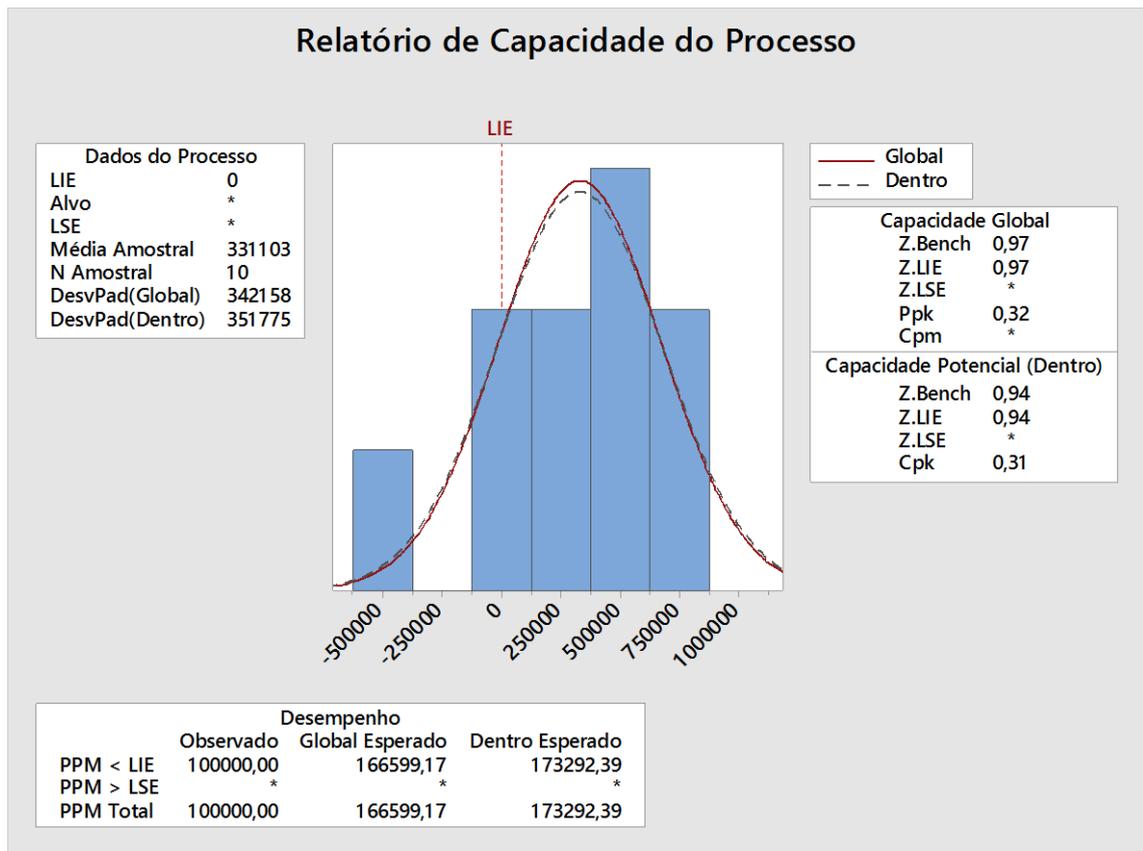


Gráfico 16: Capacidade do processo após mudanças.

Como pode-se observar, os resultados obtidos seguiram o que a teoria do *Lean Seis Sigma* aborda, houve eliminação de desperdícios na compra de matéria-prima, foram otimizados os processos de venda do produto acabado, melhorou a *performance* dos representantes, eliminou-se desperdícios de transportes de mercadoria, através das otimizações das cargas e fretes, entre outros. Assim como a autora Werkema (2012) afirma que o Seis Sigma trás ganhos rápidos, pode-se notar com o decorrer do projeto esses ganhos rápidos, como por exemplo, a compra de algodão sem HVI para a mistura C.

Igualmente como os autores Arient *et al.* (2005) afirmaram sobre o Seis Sigma, que o mesmo reduz as variações dos processo, pode-se notar a diminuição do nível sigma do processo como um todo. Já em relação às ferramentas estatísticas propostas na metodologia DMAIC segundo a teoria, verificou-se que a utilização das mesmas foi eficaz, auxiliando na busca de melhorias no projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um aspecto importante da metodologia *Lean Seis Sigma*, é a junção dos aspectos positivos de cada metodologia, *Lean Manufacturing* e Seis Sigma, que fornece várias ferramentas de melhoria para a resolução de problemas de diversas fontes em diferentes tipos de empresas. Seguindo a estrutura do DMAIC, podem-se focar esforços em soluções de problemas mais relevantes e que influenciariam nos resultados finais.

A etapa Controlar não foi finalizada ainda, pois os dados serão acompanhados até o mês de dezembro/2015, sendo assim, a meta do projeto até o momento não foi alcançada (aumentar o resultado da indústria de fios têxteis em R\$ 2.000.000) mas pode-se notar já alguns ganhos em relação a redução do estoque de matéria-prima; com as vendas diretas, as quais são uma ótima opção para o aumento da margem; entre outros.

Conclui-se que até o momento a aplicação da metodologia *Lean Seis Sigma* foi eficaz, pois os objetivos propostos no trabalho foram alcançados. Conseguiu-se descobrir quais foram as principais causas que interferiam no desempenho financeiro da indústria, foi possível entender as peculiaridades e limitações do processo, e identificar oportunidades através da implantação dos planos de ação.

5.1 Barreiras e limitações

Um das limitações do projeto foram à obtenção das informações da etapa Medir, onde não tinham no sistema utilizado pela empresa os dados que precisávamos, houve vários desencontros de informações, onde cada pessoa falava alguma informação diferente. Nesta etapa de coleta de dados, houve um pequeno atraso no projeto devido a estes desencontros.

Uma barreira foi que o pensamento *Lean Seis Sigma* ainda não é entendido por todos os colaboradores da empresa, o que dificultou o desenvolvimento do projeto. Outra barreira foi que algumas pessoas que estavam envolvidas com o projeto possuem paradigmas muito fortes, o que é muito difícil de quebrar. Isso gerava alguns desentendimentos na execução do projeto, pois estas pessoas acabavam dificultando o andamento do mesmo.

Em relação à meta, esperava-se atingir mais rápido, mas devido à crise mundial que se agravou no meio do ano de 2015, muitas variáveis foram afetadas, uma delas foi o preço do dólar americano, pois seu valor no início do projeto (outubro/2014) era de R\$ 2,479, no mês de setembro de 2015 o valor chegou a R\$ 4,024, um valor além do esperado quando se deu

início ao projeto. Esta alta do dólar influencia diretamente nas vendas; pois devido à baixa da demanda, o estoque de fios aumentou; como também influencia em diversas variáveis que impactam no resultado da indústria.

5.2 Trabalhos Futuros

Pensando em rentabilidade, o desafio inicial é o de manter o que foi criado, então recomenda-se fazer controles e um acompanhamento para que o aprendizado permaneça. E para continuidade dos trabalhos, poderia ser feito um projeto com foco em desenvolvimento de novos produtos, como sugestão um trabalho de DFLSS – “*Design for Lean Six Sigma*”, pensar em buscar melhor rentabilidade com novos produtos, pensar em novos processos. Recomenda-se também um projeto alinhado entre os setores Marketing e Logística, rever qual é a proposta de valor do produto, qual estratégia de posicionamento, quem são os clientes da indústria de fios têxteis e qual é o raio de alcance possível para expandir de forma economicamente viável, buscando os diferenciados cada vez mais.

6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA., 2006.

ANDRADE, G. E. V. *et al.* Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, 2012.

ARIENTE, M. *et al.* Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. **Revista da Fae**, Curitiba, v. 8, n. 1, p.81-92, 2005.

BRASIL TÊXTIL: Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira. São Paulo: Instituto de Estudos e Marketing Industrial Ltda, v. 6, n. 6, jul. 2006.

BREYFOGLE III, F. W.. **Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003. 1229 p.

CARVALHO, M. M.; HO, L. L.; PINTO, S. H. B. Implementação e difusão do programa Seis Sigma no Brasil. **Produção**, São Paulo, v. 17, n. 3, p.486-501, Set./Dez. 2007.

CÉSAR, F. I. G. **Ferramentas Básicas da Qualidade: Instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua**. São Paulo: Biblioteca24horas, 2011. 142 p.

COSTA, A.C.R.; ROCHA, E.R.P. Panorama da Cadeia Produtiva Têxtil e de Confecções e a Questão da Inovação. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202, mar.2009.

COSTA, M. A. B. Verticalização na indústria têxtil: o caso da fiação Ceará. **Espaço & Geografia**, Ceará, v. 8, n. 1, p.71-98, mai. 2005.

DAYCHOUW, M. **Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2007. 416 p.

DIAS, S. M. **Implementação da metodologia Lean Seis-Sigma: O caso do Serviço de Oftalmologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

DOMENECH, C; **Estratégia Lean Seis Sigma – Etapas Definir, Medir e Analisar**. São Paulo, M.I. Domenech. Março, 2013a.

FEITOR, C. D. C. **Application of Six Sigma methology in a medium-sizes textile enterprize**.2008.191 f. Dissertação (Mestrado em Estratégia; Qualidade; Gestão Ambiental; Gestão da Produção e Operações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

FERNANDES, H.V. **Lean Six Sigma: Estudo do potencial de implantação na xerox – unidade industrial nordeste**. 2005. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions.** New York: The McGraw-hill Companies, 2003.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009. 120 p. (Série Educação a Distância).

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

GOULART, L. E. T.; BERNEGOZZI, R. P. O uso das ferramentas da qualidade na melhoria de processos produtivos. In: XVI International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2010, São Paulo. p. 1 - 13.

HAYAJNEH, M., BATAINEH, O., AL-TAWIL, R. (2013). **Applying Six Sigma methodology based on “DMAIC” tools to reduce production defects in textile manufacturing.** Proceedings of the 1st International Conference on Industrial and Manufacturing Technologies. Vouliagmeni, Athens, Greece.

KUNIYOSHI, D. S. **Implementação da Metodologia Lean Seis Sigma em uma empresa do setor têxtil.** 138 f. Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LEANINSTITUTE BRASIL. Disponível em: <www.lean.org.br>. Acesso em: 18 abr. 2015.

LIMA, E. P.; GARBUIO, P. A. R.; COSTA, S. E. G. Proposta de modelo teórico: conceitual utilizando o lean seis sigma na gestão da produção. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, 2009.

LINDERMAN, K. *et al.* A. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management.* v. 21, n. 2, p. 193-203, 2003.

MACHADO-DA-SILVA, C. L.; FONSECA, V. S.. Competitividade Organizacional: uma Tentativa de Reconstrução Analítica. **Revista de Administração Contemporânea,** Curitiba, Edição Especial, v. 4, n. 7, p.33-49, 2010.

MARTINEZ, A. L. **“Gerenciamento” dos Resultados Contábeis:** estudo empírico das companhias abertas brasileiras. 2001. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo. 153 p.

MATSUMOTO, A. S.; PARREIRA, E. M. Uma pesquisa sobre o Gerenciamento de Resultados Contábeis: causas e conseqüências. **Unb Contábil,** Brasília, v. 10, n. 1, jan./jun. 2007.

MEHLER, J. R. Desafios da Indústria Têxtil e as Demandas de Sustentabilidade. **Revista Diálogos Interdisciplinares,** São Paulo, v. 2, n. 2, 2013.

OLIVEIRA, S. E.; ALLORA, V.; SAKAMOTO, F. T. C. Utilização conjunta do método UP' (Unidade de Produção -UEP') com o Diagrama de Pareto para identificar as oportunidades de

melhoria dos processos de fabricação: um estudo na agroindústria de abate de frango. **Custos e Agronegócios**, v. 2, n. 2, p.37-48, 2006.

PADOVEZE, C. L. Contabilidade Divisional: Centros de Lucros e Unidades de Negócios. **Revista de Administração da Unimep**, v. 1, n. 1, set./dez. 2003.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. **Estratégia Seis Sigma**: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

RANGEL, A. S.; SILVA, M.; COSTA, B. K. Competitividade da indústria têxtil brasileira. **Rai: Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 7, n. 1, p.151-174, jan./mar. 2010.

REVISTA TEXTÍLIA: Têxteis Interamericanos. São Paulo: Editora Brasil Têxtil Ltda, v. 2, 2006. Trimestral.

RIBEIRO, R. B. *et al.* Impacto da não-preservação ambiental no resultado de uma indústria têxtil da região metropolitana de natal. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 6, n. 3, p.80-95, jul./set. 2010.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma**: estratégia para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, D. F. F. **Aplicação da Metodologia DMAIC na Redução do Stock de Bens Alimentares. Caso de Estudo na Nestlé**. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

SANTOS, S. **Impacto Ambiental Causado pela Indústria Têxtil**. Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Santa Catarina, 2010.

SHANKAR, R. **Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide**. Milwaukee: Asq Quality Press, 2009. 128 p.

SILVA, T. L.; CAMPOS, R. V. Alternativas de Aplicação das Práticas de Produção Mais Limpa (P+L) em Fiações Têxteis. In: IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2010, Campo Mourão.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora, 1995. 404 p.

7 ANEXO A - PROJECT CHARTER

Projeto Seis Sigma: Aumentar a Rentabilidade da Indústria de Fios Têxteis			
Produto/ Serviço	Fios Texteis	Retorno projeto (R\$/ano)	2.000.000,00
Green Belt líder	Fernando	Departamento/Setor	Indústria e Comercial
Patrocinador	José	Dono do processo	Fabricsa
Champion	Fabricsa	Data inicial	27/10/2014
MBB	Consultor externo	Data final	30/04/2014

Informação	Explicação	Descrição		
1. Caso de negócio	Ligação do projeto com a estratégia da empresa	O projeto está ligado a visão da empresa que é crescer com rentabilidade.		
2. Oportunidades	Quais são as oportunidades do projeto?	Há um interesse em aumentar o resultado da indústria de fios têxteis na ordem de MR\$ 2.000. Para isso, será necessário reduzir o custo das vendas, que representa 75% da receita bruta, aumentar a receita através do preço de venda, gerenciar estoques e matéria prima. Os resultados em 2011, 2012 e 2013 foram de - R\$ 7.700.000, - R\$ 400.000 e R\$ 3.900.000 respectivamente, o que totaliza um resultado de - R\$4.200.000 nesse período. É necessário aumentar o resultado para atender o planejamento estratégico.		
3. Meta	Qual é a meta do projeto?	Aumentar o resultado em R\$ 2.000.000		
4. Escopo do projeto	Processos que serão afetados pelo projeto. Começo e fim do processo fundamental	O escopo do projeto será a indústria (gerenciamento de matéria prima, estoques e planejamento de produção) e o comercial de fibras (fluxo de caixa, custo de vendas e aquisição de matéria prima).		
5. Membros da equipe	Nome, setor, função e dedicação dos participantes	Fernando (GB) - 60%		
		Roberto (Enc. Armazém de Plumas) - 20%		
		Cristiane (Supervisora de Qualidade) - 20%		
		Carlos (Comercial Fibras) - 20%		
		Danilo (Comercial) - 20%		
		Elismara (PCP) - 20%		
	Experts	Viviane (Estagiária) - 100%		
		Márcia (Supervisora Administrativa)		
		Kléber (Supervisor de Produção)		
		Fernanda (Financeiro)		
Ana (Gerente Comercial)				
6. Benefícios para clientes externos	Mencione os clientes finais e os indicadores chaves e benefícios que serão percebidos			
7. Agenda	Etapas do DMAIC		Início planejado	Início real
	Definir		27/10/2014	03/11/2014
	Medir		20/11/2014	19/11/2014
	Analisar		01/02/2015	20/03/2015
	Melhorar		20/03/2015	
	Controlar		25/04/2015	
	Benefícios (rastrear por 12 meses)		01/01/2016	
8. Recursos requeridos	Há alguma habilidade, equipamento, sistema, etc. que seja necessário?			
9. Assinatura dos responsáveis	Quem são as pessoas chaves que devem validar o projeto?	Green Belt: Fernando Champion: Fabricsa Finanças: Fernanda		

Figura 30: *Project Charter*.
Fonte: Empresa concedente.

9 ANEXO C - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

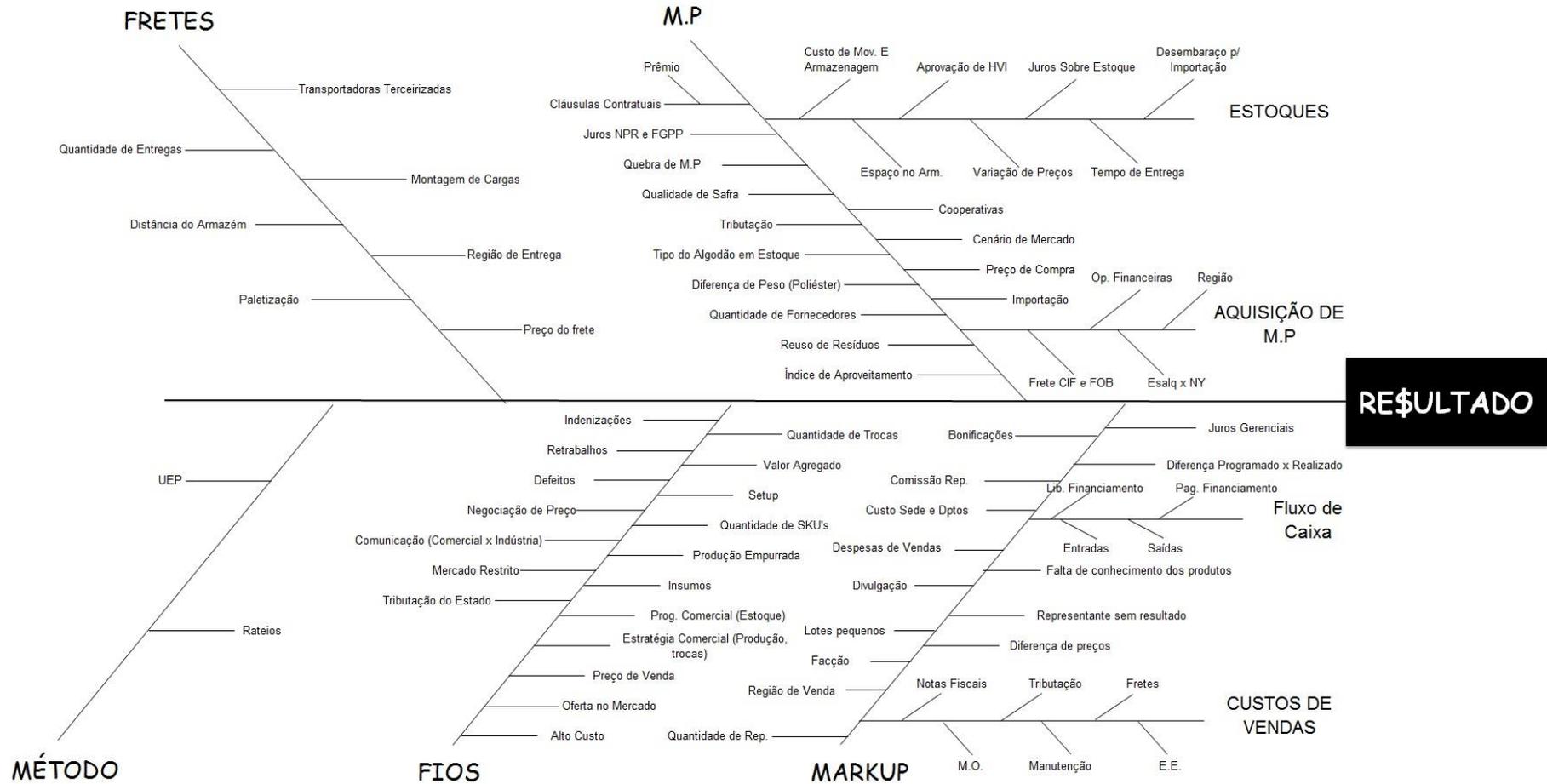


Figura 32: Diagrama de Causa-efeito.
 Fonte: Empresa concedente.

10 ANEXO D - FMEA

Etapa	Entradas	Modo de Falha	Efeitos	Severidade	Causas	Ocorrência	Controle	Deteção	RPN	Ações	Responsável	Prazo
M.P.	Índice de Aproveitamento	- Algodão comprado para Mistura Principal ser utilizado na Mistura C	- Aumento do custo da M.P	3	Safra Fornecedor	3	Aprovação	1	9	- Indicador de Mistura C por Lote		
	Juros Sobre Estoque (Estoque Alto)	- Aumentar o custo - Trabalhar com juros alto - Preço médio de estoque em relação ao mercado	- Reduz Resultado	5	Estratégia adotada	4	Sem Controle	3	60	- Controlar Juros - Reduzir estoque		
	Custo de Movimentação e Armazenagem	- Estourar a conta - Problemas na entrega	- Reduz Resultado - Aumento do custo do Fio - Atraso na entrega	3	Aumento do estoque Inflação Falta de planejamento frete de urgência capacidade do caminhão	4	Acompanhamento da conta e do estoque	1	12	- Manter estoque baixo - Planejamento de compras e entregas - Otimização dos caminhos		
	Aprovação de HVI e Take-up	- Aprovar e não receber - Quantidade de restrição em excesso - HVI adulterado - Aprovação de take-up com caule - HVI comprado sem aprovação - Não seguir os melhores HVIs aprovados	- Influencia na qualidade - Aumento da demanda de trabalho - reduz o SCI - Aumenta quebra - aumenta o custo da mistura	4	Negociação Disponibilidade Cláusula Contratual	4	Planilha	3	48	- Planilha Unificada (comercial e indústria) - Indicador Aprovado x Recebido - Avaliação das cláusulas contratuais		
Frete	Transportadoras Terceirizadas	- Preço maior - Tempo maior para entrega - Qualidade do serviço - Excesso de movimentação (caixas destruídas)	- Aumento do custo - Insatisfação do cliente - Atraso nas entregas	3	Cargas fracionadas Demanda Falta de caminhão da Transcocamar	3	Planilha Logística Montagem das cargas	1	9	- Aumentar a frota de caminhões Baú da Transcocamar - Diminuir fretes da Transhizza - Buscar novos fornecedores		
	Preço do Frete	- Aumento de custo - Excesso de movimentação (caixas destruídas)	- Redução de resultado - Insatisfação do cliente - Aumento do preço do fio	3	Geração de hora extra Transportadoras terceiras local de entrega Quantidade de entrega	3	Planilha Logística Montagem das cargas	1	9	- Planejamento de entregas - Avaliar frete FOB p/ aquisição de M.P		
Fios	Quantidade de Trocas	- Perda de produção - Excesso de estoque intermediário - Alteração de layout - Aumento de retorno - Aumento no consumo de viajantes - Aumento de esforço da mão de obra - Erro humano - Falta de programação dos representantes	- Redução do faturamento - Aumento do lead time - Mão de obra da manutenção e peças - Aumento da quebra - Aumento do custo industrial - Aumento da probabilidade de erro - Redução de estoque PA - Aumento de SKU's - Venda casada	4	Flexibilidade de produção Fábrica diversificada Várias SKU's Demanda de cliente Alterações de coleção Falta de fibras	4	Programação planilhas	1	16	- Previsão de demanda		
	Quantidade de SKU's	- Produzir fios com resultado negativo - Perda de produção - Demora no atendimento de produtos aos clientes - Aumento de estoque - Risco de contaminação / mistura - Não considerar as perdas nas trocas	- Redução do faturamento - Aumento do lead time - Mão de obra da manutenção e peças - Aumento da quebra - Aumento do custo industrial - Aumento da probabilidade de erro - Redução de estoque PA - Aumento de SKU's - Venda casada - Reduz resultado	3	Demanda Venda de produto com maior valor agregado Produção pequena para fios commodities com alto custo	4	Análise de viabilidade Markup	3	36	- Melhorar markup - Considerar perda de produção nas trocas na análise de viabilidade do fio - Estudar margem por SKU, como exemplo de bebidas		
	Falta de conhecimento dos Produtos	- Clientes não compram tal produto porque não conhecem - Produto ficar em estoque	- Reduz resultado - Aumento de estoque - Produzir fios tradicionais (menor valor agregado), pois os clientes não conhecem - os diferenciados (maior valor agregado) - Redução de vendas	3	Falta de divulgação Falta de catálogo online Falta divulgação do representante	3	Sem Controle	4	36	- Criar catálogo online - Fazer divulgação por e-mail - Melhorar canal de comunicação com o cliente		
	Representante sem Resultado	- Representante com alto volume de vendas de fios sem resultado - Comissão maior que o resultado - Estratégia de vendas de fios com pouco resultado para regiões forte em tecnologia	- Reduz resultado - Problema potencializado pelo método de produção (urdeira)	4	Alta concorrência do produto Concorrência com fações	4	Sem Controle	4	64	- Estudar novos mercados - Verificar resultados por representantes - Verificar comissão dos representantes - Jem resultado		
	Programação Comercial	- Muitas alterações na programação mensal - Produção sem venda - Cotas - Cancelar manutenção programada - Aumento de setup - Alteração de linhas - Desorganização interna	- Perda de produção - Aumento do estoque - Aumento do custo	3	Demanda de mercado Estratégia para diminuir o estoque Contrato de representantes (cotas)	4	Programação Histórico de trocas Média das vendas	1	12	- Alterar a cota por kg e não por produto - Flexibilidade das cotas - Venda interna		

Figura 33:FMEA.
Fonte: Empresa concedente.

11 ANEXO E - LISTA DE IDEIAS

FALTA DE CONHECIMENTO DO PRODUTO	
Metodologia	Cobrar dos representantes maior conhecimento sobre os produtos.
	Representantes com maior empenho e conhecimento técnico do produto.
	Fazer o representante elaborar relatório (quinzenal, semanal), sobre as visitas realizadas, relatando: <ul style="list-style-type: none"> - Se mostrou os produtos (novos) para clientes; - Qual é o mercado (tipo de produto) que este cliente atende?; - Perspectiva de vendas futuras.
	Fazer um mostruário de produtos (mala) para cada representante.
	Representante exclusivo com maior comissão.
	Dar um treinamento para os representantes, mostrando a importância de apresentar todos os produtos, e que através disso poderá trazer mais resultados nas vendas.
	Informar os clientes através de e-mail (página bem elaborada).
Divulgação	Promover a divulgação dos produtos com os representantes.
	Ter mais material de divulgação.
	Investir em divulgações do Fio Cocamar.
	Ter um canal para divulgar nosso fio.
	Trabalho de divulgação dos novos produtos.
	Divulgação do catálogo por e-mail (cadastrar e-mail de clientes potenciais).
	Divulgação em eventos.
	Facebook Fios Cocamar.
	Catálogo online.
	E-mail para clientes com propaganda do produto.
	Divulgação online canal de comunicação com o cliente.
	Criar uma forma para divulgar esses produtos, catálogo, portfólio, etc. Até mesmo para os representantes.
	Promover a divulgação do fio nos principais mercados consumidores.

QUANTIDADE DE SKU'S	
Eliminar SKU's	Produzir SKU's que dão resultado e evitar SKU's que dão prejuízo.
	Buscar novas demandas de fios com maior valor agregado.
	Eliminar fios (SKU's) com resultado negativo.
	Estudar quantidade de SKU -> redução para lançamento de novos.
	Procurar fios substitutos com melhor resultado.
	Melhorar pesquisa de mercado.
Estratégia de Vendas	Vendas antecipadas -> produção puxada.
	Produzir conforme demanda, para não elevar estoques.
	Não produzir fios que não tem demanda.
	Desenvolver parcerias com clientes exclusivos - vendas por semestre, vendas direto Cocamar.
Modernizar	Parar a linha curta.
	Modernizar a fábrica.
	Aumentar a capacidade instalada para produção de fios penteados.
Estoque	Analisar estoque x juros pagos por produto parado (avaliar, liquidar).
	Avaliar impacto no estoque se diminuir a quantidade de SKU's. Pode ocorrer de produzir SKU que dá resultado e não ter venda.
	Avaliar a relação entre máquina parada x custo fixo x resultado.
Estudo	Fazer estudo de perda de produção por tempo de setup para incluir nos estudos de viabilidade.
QUANTIDADE DE FORNECEDORES DE MATÉRIA PRIMA	
Reduzir Fornecedores	Fazer avaliação de melhores fornecedores e estudar uma quantia ideal (mais que 6 e menos que 10).
	Avaliar prazo de entrega, condição de pagamento e características das fibras para pontuar melhores fornecedores.
	Realizar parceria com fornecedores confiáveis.
	Diminuir quantidade de fornecedores.
	Reduzir fornecedores eliminando aqueles que não atendem em qualidade, a partir de informações da fábrica (10 fornecedores).
Padronizar Tipo	Padronizar a cor (padrão, tipo) do algodão comprado, a fim de reduzir estoques e otimizar armazenagem.
	Para estoque baixo é necessário avaliar cor do algodão e não somente preço/contrato. Quanto maior o número de fornecedores, mais difícil controlar tipo e cor.
	Diminuir a variação de cores no estoque.
	Quando os estoques chegarem a nível mínimo, manter um percentual de cor nas aquisições de algodão.
	Rever cláusula dos 20% de restrição.
Programação de Produção	Programação de produção e aquisição tem que ser alinhada antecipadamente. Avaliar com antecedência necessidade de matéria prima de acordo com programação de produção comercial.
Visita	Fazer a visita aos fornecedores no início da safra para mapear melhores regiões (características de fibras) e focar a compra nessas regiões.
SETUP	
	Melhorar a sequência de programação para facilitar o setup.
	Reduzir o tempo de setup.
	Ter uma margem de segurança de PES importado. Programação de entregas mais frequente.

PRODUTOS PARADOS EM ESTOQUE	
Modelo de Venda	Realizar estudo sobre modelos de cotas, pois parte da produção é baseada neste modelo (buscar alternativas).
	Aumentar equipe de venda interna.
Previsão de Vendas	Trabalhar com produção puxada.
	Realizar previsão de vendas.
	Tentar produzir mais baseado na venda e não na aposta de venda.
	Utilizar minitab para avaliar programações futuras de produção (previsão), buscando melhorar assertividade.
Pesquisa de Mercado	Realizar pesquisa de mercado para identificar tendências, nichos e novos mercados. Com isso, diminui-se a produção de fios sem demanda.
	Fazer pesquisa de mercado.
	Produzir com base em pesquisa de mercado.
	Evoluir na pesquisa de tendência de fios com nossos clientes.
Estratégia de Vendas	Estabelecer estratégia para venda de fios que estão parados há mais de 8 meses, levando em conta custo de produção e juros de armazenagem.
	Manter atualizado o estoque de fios, com valor de juros para avaliar a necessidade de liquidar um produto parado.
	Fazer parceria com clientes maiores, para contratos futuros, onde uma parcela do custo dos fios (%), seja corrigido pelo valor Esalq da fibra.
	Lançar a tabela de preços antecipados (já compor o custo da matéria prima pela compra futura).
FLUXO DE CAIXA	
Modo de Compra	Verificar preço de matéria prima com outros fornecedores.
	Aliança com produtores.
	Comprar matéria prima para pagar parcelado (30, 60, 90 dias).
	Contrato anual com grandes fornecedores de CO para tentar outra forma de pagamento (mais dias) e manter estoque menor possível.
	A compra de matéria prima deve ser via NPR, pois aplica-se o recurso e paga juros menor do que o financiamento.
Estoque	Diminuir estoque de matéria prima.
	Comprar menos algodão reduzindo financiamento.
	Reduzir estoque.
	Estoque de matéria prima com 30 dias no máximo.
	Reduzir o estoque de matéria prima. Meta: 30 dias.

RATEIO/UEP	
Atualizar Informações	Sempre atualizar os processos, revisar Kg/h de todos os postos operativos.
	Atualizar os dados dos equipamentos: R\$ de manutenção/ Mão de obra de manutenção Horas de manutenção/ Energia elétrica Mão de obra dos postos operativos
Reunião Mensal	Uma reunião mensal com Supervisores, Assistentes e Analistas para validar as alterações do mês que impactam UEP. Último dia útil antes do Balanço.
Treinamento	Treinar os envolvidos no processo.
	Dar um treinamento para os colaboradores.
E-mail Automático	Para alterações, e-mail automático do SG para Marcos e Angela que há possibilidade de precisar alterar UEP.
	Toda vez que alterar Kg/máq., disparar e-mail para atualizar UEP.
FACÇÃO	
	Buscar facções com qualidade para produzir fios para vestuário que dá mais resultado.
	Buscar novas alternativas de facção.
DIFERENÇA DE PROGRAMAÇÃO ORÇADA x REALIZADA	
Setor de Desenvolvimento	Criar um setor específico para rodar estes produtos.
	Ter um setor específico para o desenvolvimento de produtos.
Faturamento x Resultado	Levantar quais fios deram resultado real negativo e no markup era positivo, para reavaliar UEP e Kg/máq. Também matéria prima e preço de venda.
	Estudar ponto de equilíbrio entre faturamento x resultado.
Atualizar Dados	Criar sistemática de revisão do Kg/máq.
	Manter UEP atualizado.
	Manter tabela Kg/dia atualizada.
	Mensuraras perdas quando passar o Kg para estudo.
Estudo	Fazer estudo de perda em todos os centros de custos.
	Fazer um estudo de qual a quantidade ideal de trocas de títulos/mês/centro de custo.
ESTRATÉGIA COMERCIAL	
Método de Previsão	Fazer um orçamento com base no histórico de vendas e considerar novos produtos (prospecção).
	Avaliar perdas com juros sobre estoque antes de programar a produção de fios que serão estocados. A partir da planilha de juros.
	Realizar previsão de vendas segundo método passado em treinamento e depois comparar com o que foi realizado.
	Fazer uma pesquisa de mercado para se ter uma previsão de vendas mais correta.
	Uma pessoa dedicada a estratégia de programação de vendas, com pesquisa e estudo de previsão de demanda (fontes de informação, software previsão).
Modernizar	Ou moderniza ou pára linhas de produção sem rentabilidade.
Novos Mercados	Criar uma espécie de parceria com os clientes.
	Buscar novos mercados, outras regiões.

APROVAÇÃO DE HVI E TAKE-UP	
Contrato	Determinar uma cláusula em contrato com um tempo definido para aprovação de HVI (12 horas), durante esse tempo a exclusividade de aprovação seria nossa.
	Reavaliar cláusula dos 20% de restrição
	Dar alguma multa se o fornecedor não cumprir o contrato
	Buscar HVI com fornecedores maiores e confiáveis
Fornecedores	Validar fornecedores segundo facilidade e qualidade de HVI, fugir de fornecedores (demérito) que tenham características ruins.
JUROS SOBRE ESTOQUE	
Modo de Trabalho	Trabalhar com menos fornecedores para diminuir a variação do algodão em estoque e facilitar a alteração e a dinamicidade da mistura. (Redução de estoque)
	Padronizar a cor do algodão estocado visando evitar barramentos e defeitos de qualidade. (Redução de estoque).
	Sistemática para administrar compras x estoque, mantendo o estoque em 30 dias, como é feito hoje, só que com 60 dias.
Fretes	Translocar buscar a matéria-prima no cliente, frete FOB.
	Especificar em contrato a semana que o fornecedor deve entregar a carga, não somente o mês
	Avaliar o fornecedor conforme a sua pontualidade de entregas, dando deméritos aos que atrasam muito
	Quando tivermos uma venda de 15 ton, por exemplo, não mandar meia carga em cada caminhão, e sim uma carga cheia e uma fracionada.
	Inserir em contrato uma multa por atraso de entrega
PRODUÇÃO EMPURRADA	
	Estratégia de produção puxada para open-end, faccionar para clientes e vender antecipado
	Desenvolver novos fios para o open-end, diferenciados e finos

Figura 34: Geração de ideias.

Fonte: Empresa concedente.

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