

# Implantação do *lean seis sigma* em uma indústria de fios têxteis

## *Lean six sigma implementation in a yarn textile industry*

Rayra Rodrigues Nogueira<sup>1</sup> - Univ. Estadual de Maringá - Centro de Tecnologia - Dep. de Engenharia de Produção  
Syntia Lemos Cotrim<sup>2</sup> - Univ. Estadual de Maringá - Centro de Tecnologia - Dep. de Engenharia de Produção  
Gislaine Camila Lapasini Leal<sup>3</sup> - Univ. Estadual de Maringá - Centro de Tecnologia - Dep. de Engenharia de Produção

**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.

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

**ABSTRACT** Due to fierce competition from companies in achieving larger market share, there is an increasing interest regarding cost reduction, efficiency in business and processes, increase in quality and continuous improvement. Given these situations, companies are adopting some practices which seek to improve their strategies, increase understanding of the needs of their customers and promote business growth, the *Lean Manufacturing* and *Six Sigma* programs were adopted in order to enable businesses to succeed in achieving continuous improvement in their business. This paper presents a case study of a textile yarn industry which, in order to increase the sales of the business and the elimination of waste, used the methodology of *Lean Six Sigma* Program based on DMAIC method to assist in achieving these goals.

**Keywords:** *Lean Six Sigma*. Result. DMAIC. Yarn Textile Industry

1. rayra\_rn@hotmail.com; 2. Av. Colombo, n. 5.790, bloco 19/20, Jardim Universitário, Maringá/PR, CEP 87020-900, syntialceng@gmail.com;  
3. cammyleal@gmail.com

NOGUEIRA, R. R.; COTRIM, S. L.; LEAL, G. C. L. Implantação do lean seis sigma em uma indústria de fios têxteis. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, nº 2, abr-jun/2017, p. 67-92.

DOI: 10.15675/gepros.v12i2.1634

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2012, o setor têxtil e de confecção mundial movimentou cerca de US\$ 744 bi. em transações entre países. Em 2020, este volume deve subir para algo em torno de US\$ 851 bi. O Brasil, mesmo sendo a quinta maior indústria têxtil do mundo - e a quarta de confecção - participa com menos de 0,4% desse mercado (ABIT, 2015).

A alta concorrência das organizações resulta em uma necessidade 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 (BREYFOGLE III, 2003). Uma das metodologias que fazem esta abordagem é a metodologia *Seis Sigma* e a metodologia *Lean Manufacturing*.

A metodologia *Seis Sigma* é uma ferramenta 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 *Lean Manufacturing* é uma metodologia de melhoria de processo utilizada para entregar produtos e serviços melhores, mais rápido e com menor custo. O *Seis Sigma* é uma metodologia de melhoria de processos que visa reduzir a variabilidade e os defeitos do processo. A integração dessas duas ferramentas possibilita aumentar a velocidade e precisão dos resultados (LAUREANI; ANTONY, 2012). *Six Sigma* complementa a filosofia *lean* na medida em que fornece as ferramentas e o know-how para lidar com problemas específicos que são identificados ao longo da jornada *lean*: “*Lean* elimina ‘ruído’ e estabelece um padrão” (WHEAT et al., 2013)

Neste contexto, este 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* com o intuito de melhorar os processos internos e externos que influenciam direta e indiretamente no resultado. Sendo assim, 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.

Este texto encontra-se estruturado em 5 Seções, além desta introdutória. A Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre *Lean Seis Sigma*. Na Seção 3 são descritos os procedimentos metodológicos adotados. A Seção 4 aborda a implantação do *Lean Seis Sigma* com a aplicação do método DMAIC. Por fim, na seção 5 são descritas as considerações finais, destacando as dificuldades, limitações e trabalhos futuros identificados.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. *Lean seis sigma*

O *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 (GEORGE, 2003; SNEE, 2010).

Para George (2003) 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.

A junção do *Lean* com o *Seis Sigma* resulta em uma metodologia 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. 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; CHEN, 2008; POHLMANN; FERREIRA, 2015).

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).

A metodologia *Lean Seis Sigma* é mais abrangente e que é adequada para todos os tipos de problemas que estão relacionados com a melhoria de processos e produtos (WERKEMA, 2012). Cucoranu et al., (2013) destacam que os princípios do *Lean Seis Sigma* são: i) foco no cliente; ii) identificar e compreender como o trabalho é realizado; iii) gerenciar, melhorar e tornar o fluxo de trabalho mais eficiente; iv) reduzir a variação do fluxo de trabalho; v) remover as etapas que não agregam valor; vi) realizar melhorias sistematicamente em todas as atividades. 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; BERNEGOZZI, 2010). O Quadro 1 destaca as principais ferramentas que apoiam a implantação do *Lean Seis Sigma*.

Quadro 1 – Ferramentas da qualidade.

FERRAMENTA	CONCEITO
Gráfico 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).
<i>Project Charter</i>	Utilizada para registrar os passos iniciais do trabalho e serve como um contrato firmado entre a equipe responsável pela condução do projeto e os gestores da empresa (WERKEMA, 2012).
FMEA	É uma ferramenta de planejamento que auxilia 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 realizado para minimizar esses erros (GEORGE, 2003).
Gráfico de Controle	Tem a finalidade de verificar se o processo continua com um desempenho previsível, ou se serão necessárias ações sobre o mesmo (ROTONDARO, 2002).
SIPOC	Facilita a visualização da sequência de processos por todos os envolvidos da empresa com o projeto (ANDRADE et al., 2012)
Diagrama de Gantt	Visa estabelecer um cronograma de planejamento da execução e/ou monitoramento das atividades do projeto (AGUIAR, 2006).
Árvore de Requerimentos	Permite realizar o mapeamento detalhado dos caminhos a serem percorridos para alcançar o objetivo e assim definir uma estratégia de abordagem (KARSAK et al., 2002).
5W1H	Facilita o entendimento através da definição de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos (WERKEMA, 1995).

Fonte: Os autores.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de caso foi conduzido utilizando um protocolo. Para Yin (2001), os protocolos de estudo de caso definem os procedimentos padrões para assegurar a reprodutibilidade das conclusões do estudo de caso desde que diferentes pesquisadores sigam os mesmos procedimentos.

- i) **Unidade de análise:** a unidade de análise dessa pesquisa são os processos que envolvem a indústria de fios têxteis e a área do comercial de fibras;
- ii) **Questão de pesquisa (problema):** Como o *Lean Seis Sigma* pode melhorar os processos internos e externos?
- iii) **Objetivo da pesquisa:** Aumentar o resultado da indústria de fios têxteis na ordem de R\$ 2.000.000, reduzindo os custos de venda que representam 75% da receita bruta
- iv) **Validade dos construtos:** a pesquisa utiliza-se de múltiplas fontes de evidências (observação *in loco*, análise de documentos e a coleta de dados de receita, custo de venda e estoque).

Os dados foram calculados com auxílio do programa Minitab®. O estudo utilizou a metodologia *Seis Sigma* em que a mesma se baseia no método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), modelo composto por cinco etapas: 1º Etapa: Definir; 2º Etapa: Medir; 3º Etapa: Analisar; 4º Etapa: Melhorar; 5º Etapa: Controlar (BAÑUELAS; ANTONY, 2004; SLEEPER, 2006).

Para atingir o objetivo do projeto, foi realizada 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.

## 4. IMPLANTAÇÃO DO *LEAN SEIS SIGMA*

O estudo de caso foi conduzido em uma indústria de fios têxteis pertencente a uma empresa de grande porte. A Indústria de fios têxteis possui capacidade de produção instalada de 8.300 ton. /Ano de fios de algodão, poliéster e mistos, e possui em seu quadro aproximadamente 400 funcionários.

Neste trabalho foram seguidas as etapas do método DMAIC 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.

### 4.1. 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. Essa etapa deu o direcionamento de como atingir o objetivo final.

Nesta etapa foi elaborado o *Project charter*, em que foi definido o escopo do projeto e a data inicial e final. O projeto está ligado com a visão da empresa que é crescer com rentabilidade e a oportunidade identificada foi 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. A meta definida foi aumentar o resultado em R\$ 2.000.000,00 e o escopo do projeto foi 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). Os responsáveis pelo projeto foram: *Green Belt* líder, *Champion* e Finanças.

A ferramenta SIPOC foi utilizada para definir os macros processos do projeto, onde foram determinados o início e o fim do processo, as entradas, saídas, clientes, fornecedores, como também as etapas principais do processo. Além disso, foi elaborado o cronograma do projeto e foram realizadas a estratificação dos *ys* – Pareto e árvore de requerimentos, as quais são detalhas nas seções a seguir.

### 4.1.1. 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.

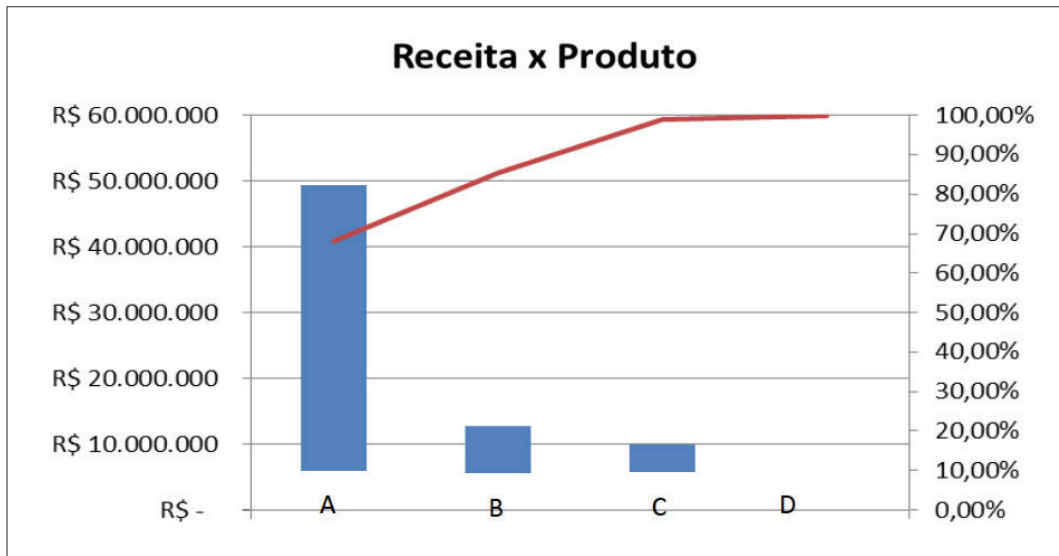
Partindo-se da meta “aumentar o resultado da indústria de fios têxteis”, foi analisado que para chegar a este objetivo, deveria ser realizada a diminuição do custo e/ou o aumento da receita. Após, desmembrou-se a variável “Diminuir custo” em gerenciar estoques e reduzir despesas, pois são as duas variáveis 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.

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. Assim, a equipe teve um direcionamento melhor em como alcançar o objetivo do projeto.

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 realizadas estratificações por produto e por linha, conforme destacado nos Gráficos 1 e 2.

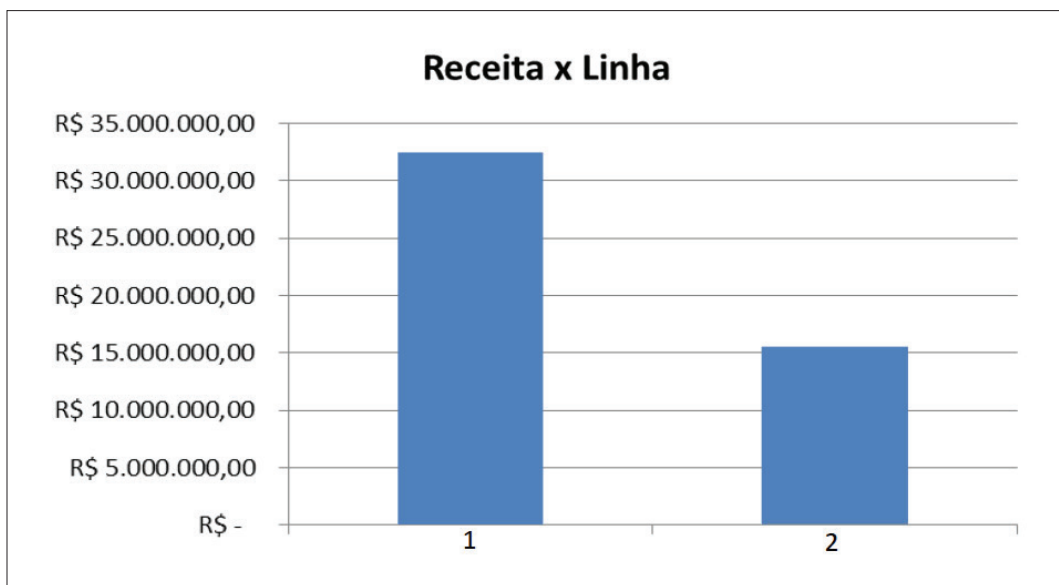


Gráfico 1 – Estratificação Receita x Produto.



Fonte: Os autores.

Gráfico 2 – Estratificação Receita x Linha.

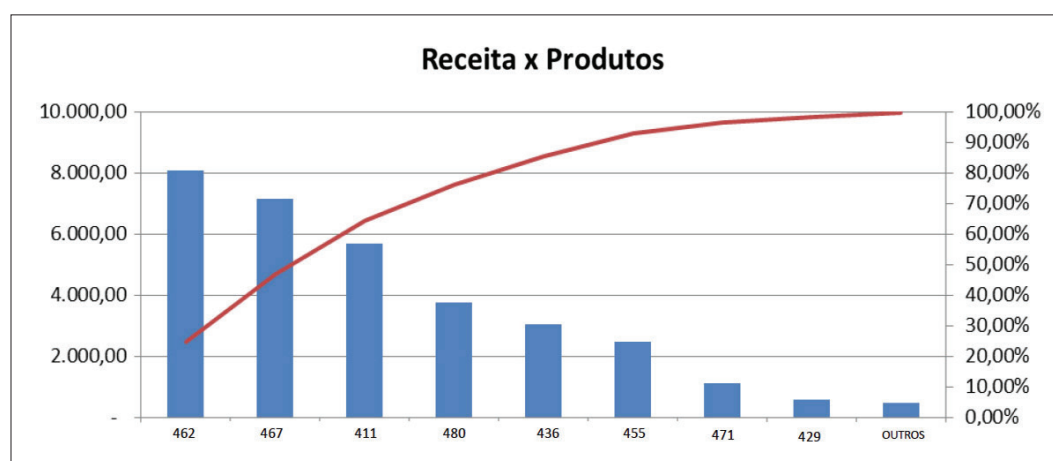


Fonte: Os autores.



Analisando os gráficos observa-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). A partir dessas informações foi possível ter um direcionamento em como conseguir aumentar o resultado da indústria de fios têxteis e consequentemente poder atingir o objetivo do projeto.

Gráfico 3 – Estratificação Receita x Produtos.



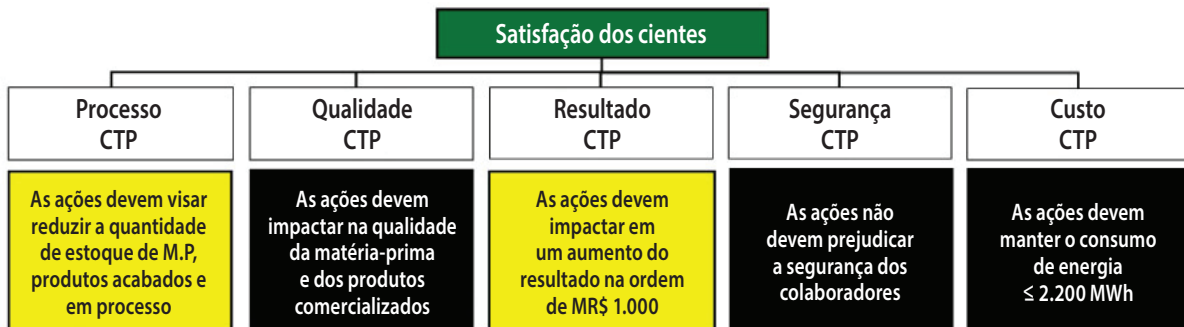
Fonte: Os autores.

Na análise do Diagrama de Pareto permite concluir que quase 80% da receita provém da comercialização dos fios “462”, “467”, “411”. Sendo o fio “462” o de maior resultado.

#### 4.1.2. Árvore de requerimentos

Para melhorar o produto em termos técnicos, foram identificadas as necessidades dos clientes e dos *stakeholders* do projeto e propostas 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 1.

Figura 1 – Requerimentos do cliente (CTQs).



Fonte: Os autores.

Foram analisadas 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.

## 4.2. Etapa *measure* (Medir)

Na etapa de medição foram obtidos dados úteis para a busca de problemas existentes no processo. Para a captação dos dados, esta etapa incluiu: i) ações de ganho rápido; ii) diagrama causa-efeito; iii) plano de coleta de dados; e; iv) validação do sistema de medição.

### 4.2.1. Ações de ganhos rápidos

Para iniciar a etapa medir foram sugeridas 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 matriz continha informações sobre a ação, responsável, situação atual, motivos, riscos e plano de controle.

As ações identificadas foram: i) controlar o custo do frete por semana; ii) construir uma linha negra com os produtos e representantes de pio resultado; iii) aproveitar mistura C na principal; iv) comprar MP (Matéria-prima) sem NPR (Nota Promissória Rural) com maior porcentagem de aproveitamento na mistura principal; v) reduzir estoque; vi) pesar fardos de poliéster da mesma forma que o algodão.

### 4.2.2. Diagrama de causa e efeito

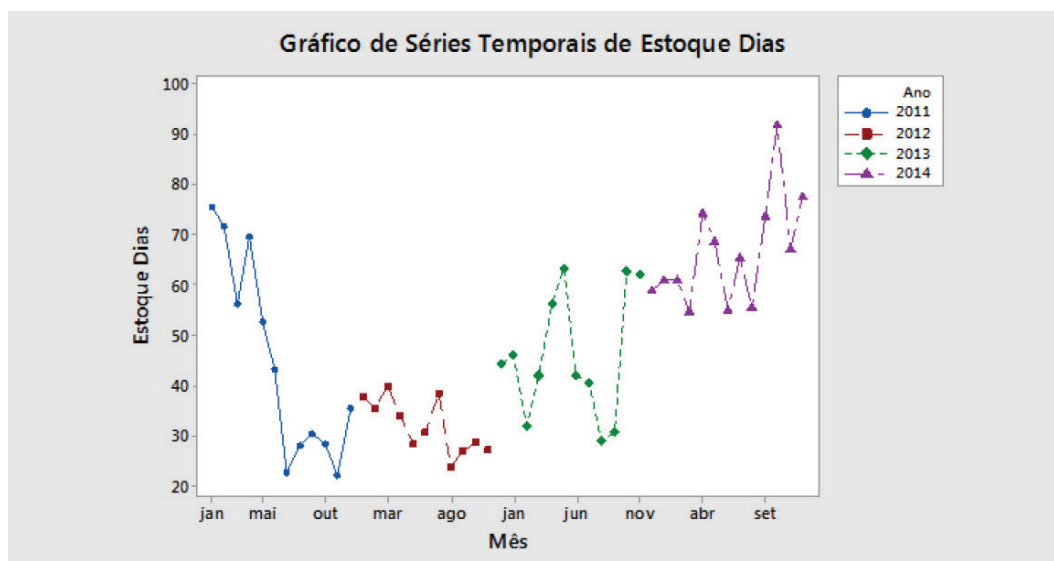
Com base em um diagrama de causa e efeito em que foram analisadas todas as variáveis do processo relacionadas com o “y” importante. No estudo, o “y” foi o Resultado e as causas estarão relacionadas a cinco variáveis: Fretes, Matéria-Prima, Método, Fios e *Markup*. Na parte da Matéria-Prima, foi desdobrado 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.

### 4.2.3. Plano de coleta de dados

Foram identificadas 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.

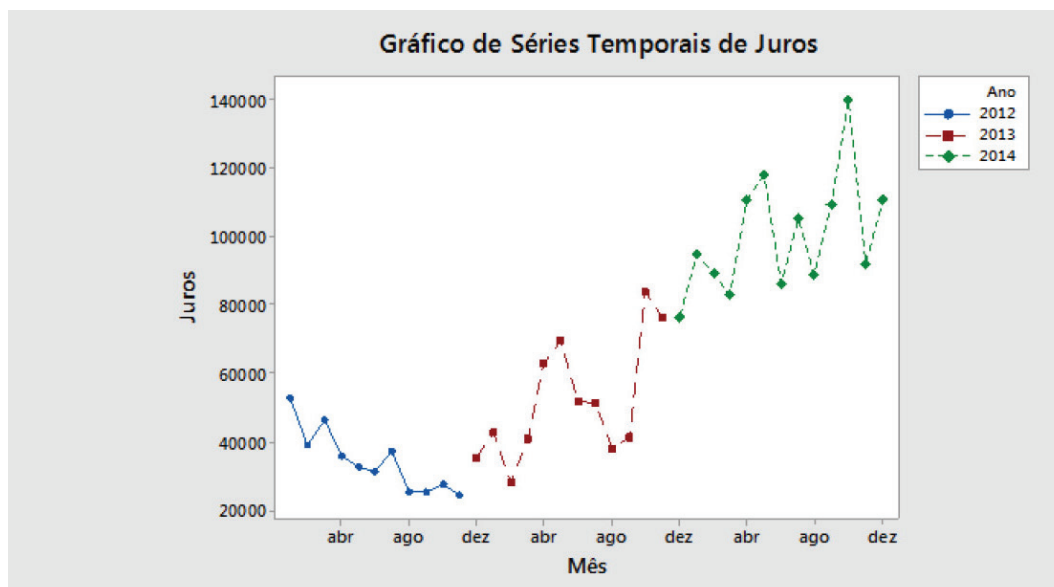
A primeira frente analisada foi a parte de estoque de matéria-prima, no qual foram tirados dados desde 2011. Pode-se perceber que a cada ano aumentava o número de dias de estoque (Gráfico 4). Em outubro de 2014 o valor do estoque chegou a ser de 92 dias, o maior valor dos quatro anos analisados. Com 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.



Fonte: Os autores.

Gráfico 5 – Juros de M. P.

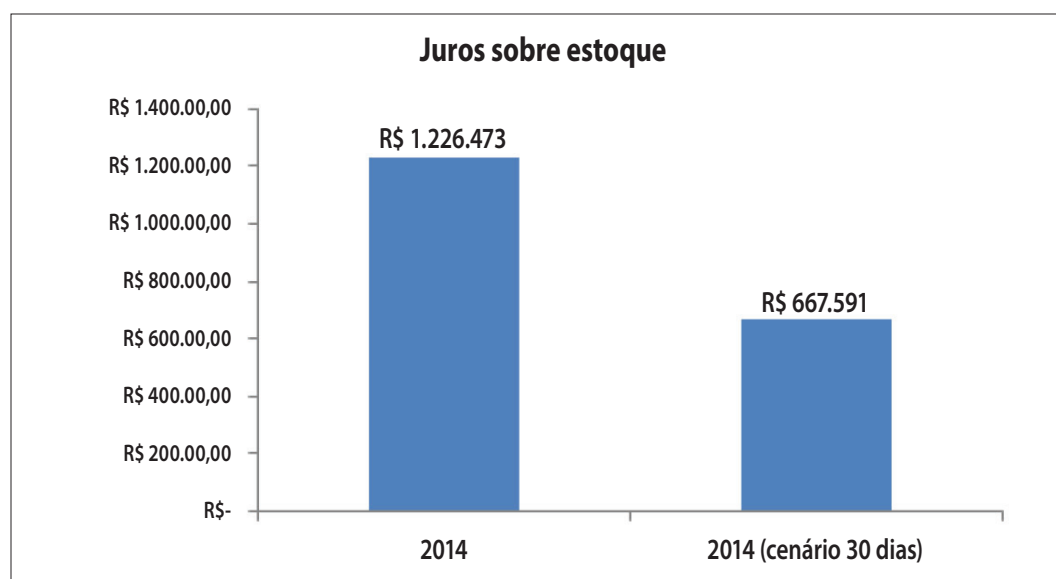


Fonte: Os autores.

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 dos juros altos 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.

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 e para 30 dias seria de R\$ 667.591 (Gráfico 6), 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 – Cenário: Juros sobre Estoques de M. P.

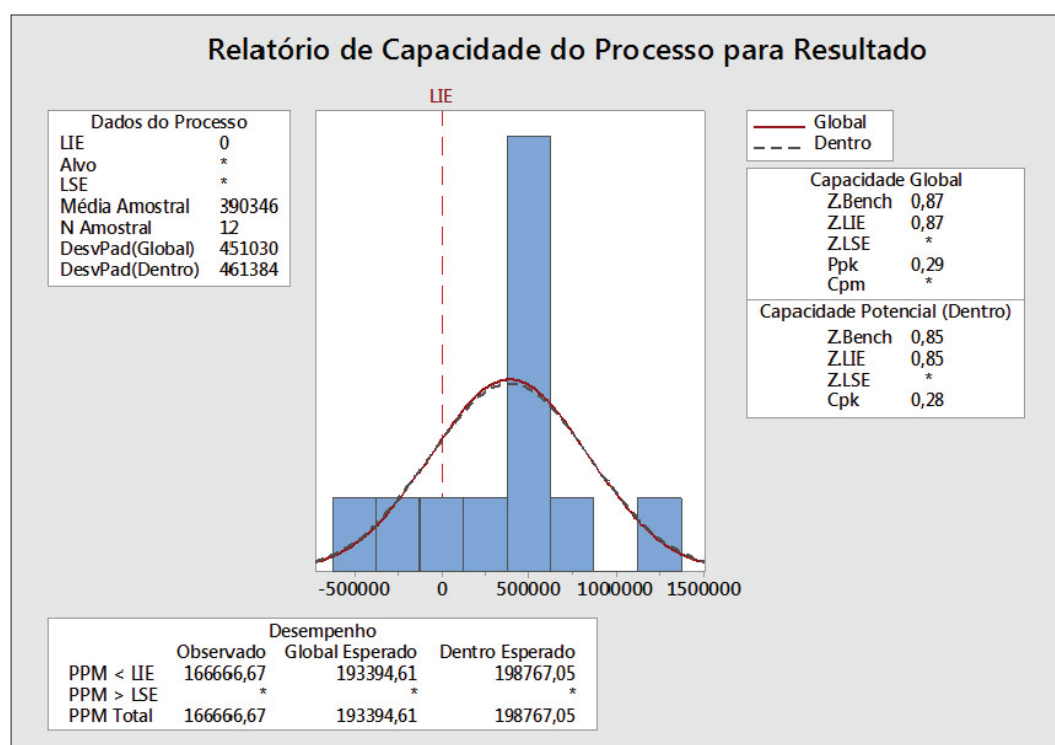


Fonte: Os autores.

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. A validação do sistema de medição foi realizada utilizando o questionário proposto por Domenech (2013).

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 7), chegando a um resultado do Nível *Sigma* de 0,87. O cálculo da Capacidade do processo é a base matemática do método *Six Sigma* para a implementação de melhorias.

Gráfico 7 – Capacidade do processo atual.



Fonte: Os autores.

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 cobre os custos 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 mostrado no quadro à direita superior do gráfico, que obteve como resultado o valor 0,87 (processo muito ruim). Considerando que a média de empresas com processo adequado é um índice de Capacidade de Processo 3,0 (WERKEMA, 2006).

### 4.3. Etapa *analyze* (Analisar)

Após o levantamento dos dados, 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 e Análise de Resistências do Projeto e Validação da Etapa.

#### 4.3.1. Análise de modos e efeitos de falha (FMEA)

A terceira etapa do projeto iniciou 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 e *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).

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. Após o preenchimento da ferramenta, foi realizada 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 viáveis foram 19, de inviáveis foram 16 e que necessitavam de avaliação foram 9.



Posteriormente, foi elaborado um plano de ação utilizando a ferramenta 5W1H, onde foram identificadas as ações, os responsáveis e o prazo para finalização de cada ação. As ações que foram distribuídas para cada integrante da equipe, com um controle do prazo e do *status* das mesmas foram: i) criar indicador da mistura c por lote (aproveitamento); ii) controlar juros sobre o estoque; iii) manter estoque baixo; iv) manter planejamento de compras e entregas; v) criar indicador de HVI aprovado x recebido; vi) receber algodão para mistura c sem HVI; vii) diminuir fretes da transportadora “y”; viii) otimizar cargas dos caminhões para redução do número de entregas de fios; ix) fazer previsão de demanda; x) melhorar *markup*; xi) estudar margem por SKU, como exemplo de bebidas e xii) aumentar venda interna.

### 4.3.2. 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; e, fluxo de caixa.

### 4.3.3. 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. 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.

Por meio dos resultados obtidos do questionário, concluiu-se que o time do projeto demonstrou terem 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.

#### 4.4. Etapa *improve* (Melhorar)

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

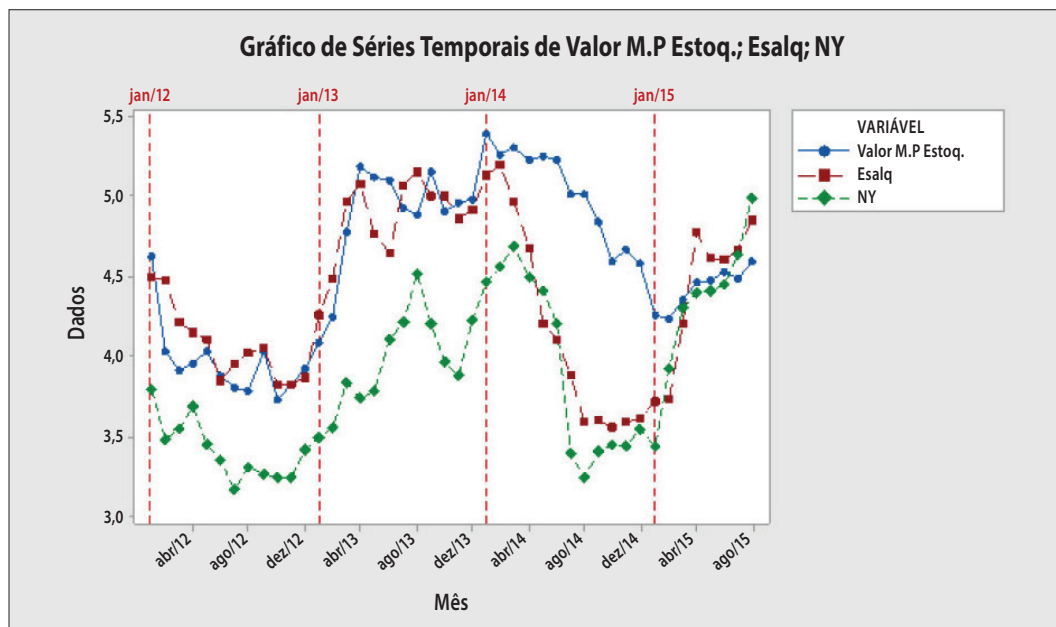
Após esta classificação, elaborou-se um plano de ação para implantação destas 101 soluções. Está descrito neste plano quem serão os responsáveis da equipe para a realização da solução, quando terão que implantar e o *status* de cada implantação, os quais estão divididos em: Finalizado, Andamento, Aguardando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

## 4.5. Etapa *control* (Controlar)

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.

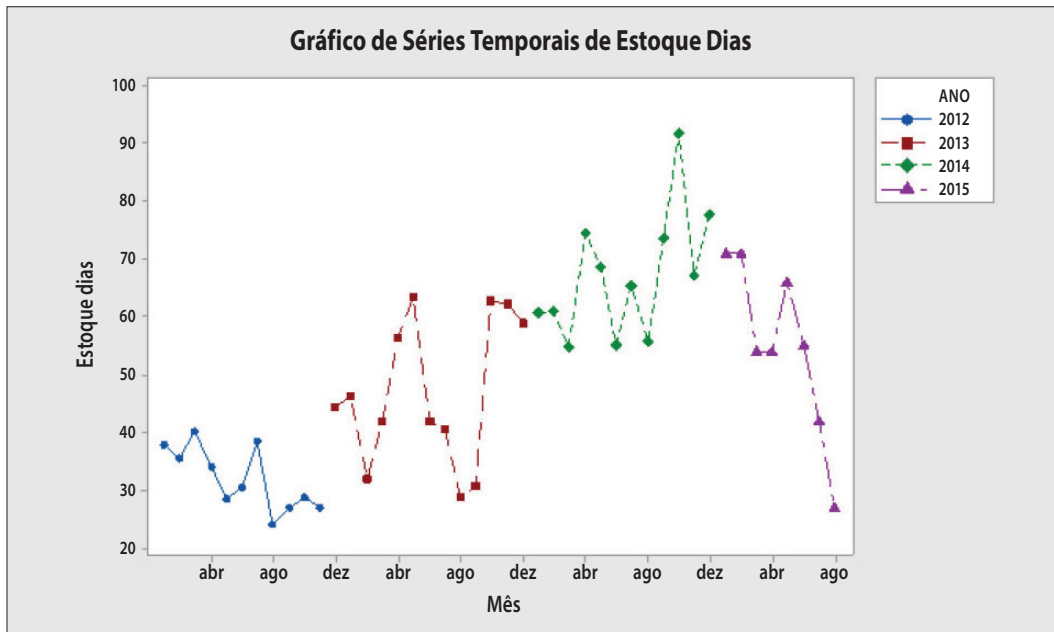
Esta etapa consistiu em basicamente na implantação do Controle Estatístico do Processo, ou seja, apenas no acompanhamento dos processos por meio dos gráficos que foram gerados com os dados no decorrer do projeto. Em relação ao acompanhamento do valor da matéria-prima (algodão), foi realizada uma comparação com os valores cotados pela Bolsa de Nova Iorque (NY) e ESALQ, acompanhando a variação dos dados desde janeiro de 2012 (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Valor M. P., ESALQ, NY.



Fonte: Os autores.

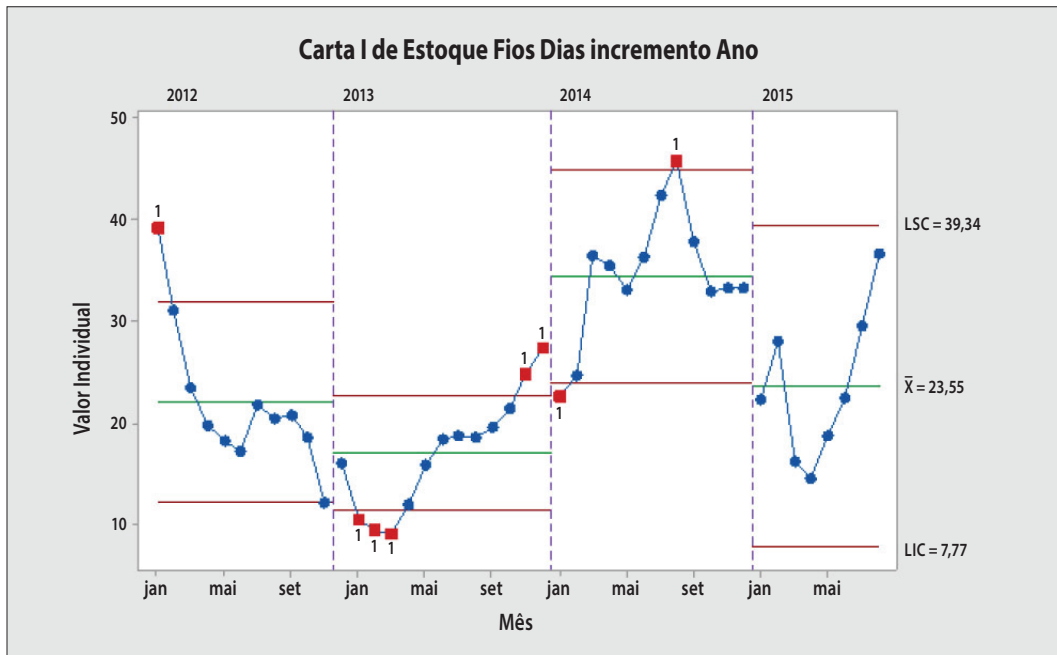
Gráfico 9 – Estoque em dias M. P.



Fonte: Os autores.

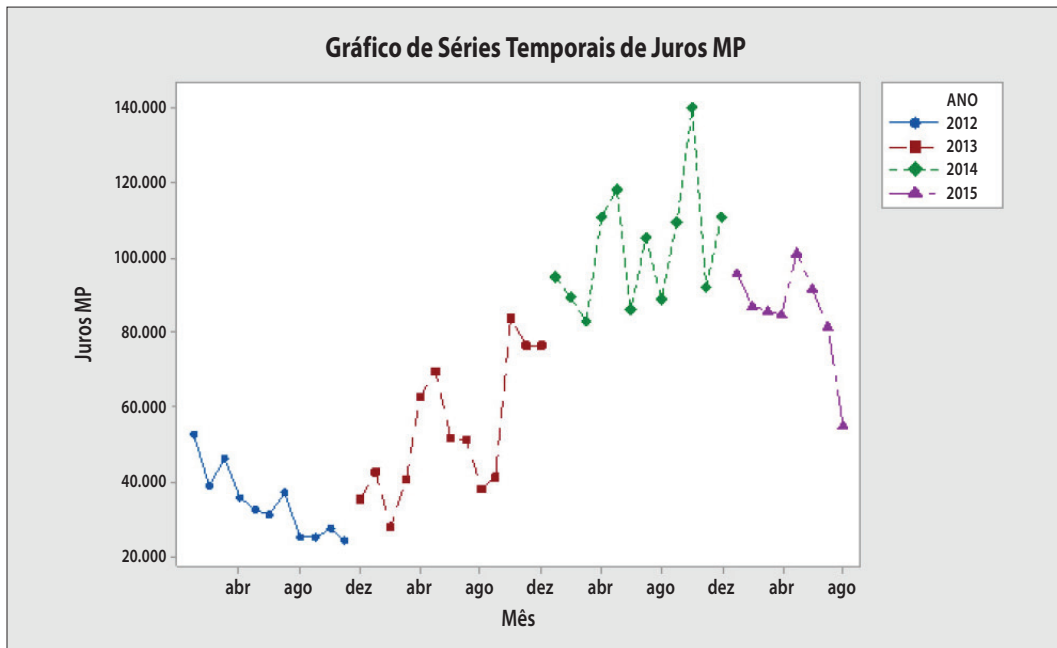
Como uma das propostas do projeto foi de diminuir o estoque de matéria-prima de 65 dias para 30 dias, é possível observar no Gráfico 9 esta queda do número de dias, chegando ao mês de agosto em um valor de 27 dias de estoque. Já em relação ao estoque de fios, houve um aumento a partir do mês de maio, este valor deve-se ao fato da demanda estar baixa e por isso ter fios sem venda no estoque (Gráfico 10).

Gráfico 10 – Estoque em dias Fios.



Fonte: Os autores.

Gráfico 11 – Juros M. P.



Fonte: Os autores.

Em relação aos juros de matéria-prima, também foi feito um acompanhamento do seu valor, o qual se pode notar no Gráfico 11 que seus valores estão caindo cada vez mais.

As principais ações realizadas no decorrer do projeto foram: i) redução do estoque de M.P para 30 dias; ii) vendas diretas para clientes maiores; iii) otimização das cargas e fretes; iv) gestão dos representantes e produtos a partir dos dados de venda; v) compra de algodão sem HVI para mistura C; vi) remessa de M.P para a facção com um valor menor; vii) desenvolvimento de fio diferenciado para Linha “1”; viii) análise de SKU’s por resultado; ix) desenvolvimento do *Markup* Fios.

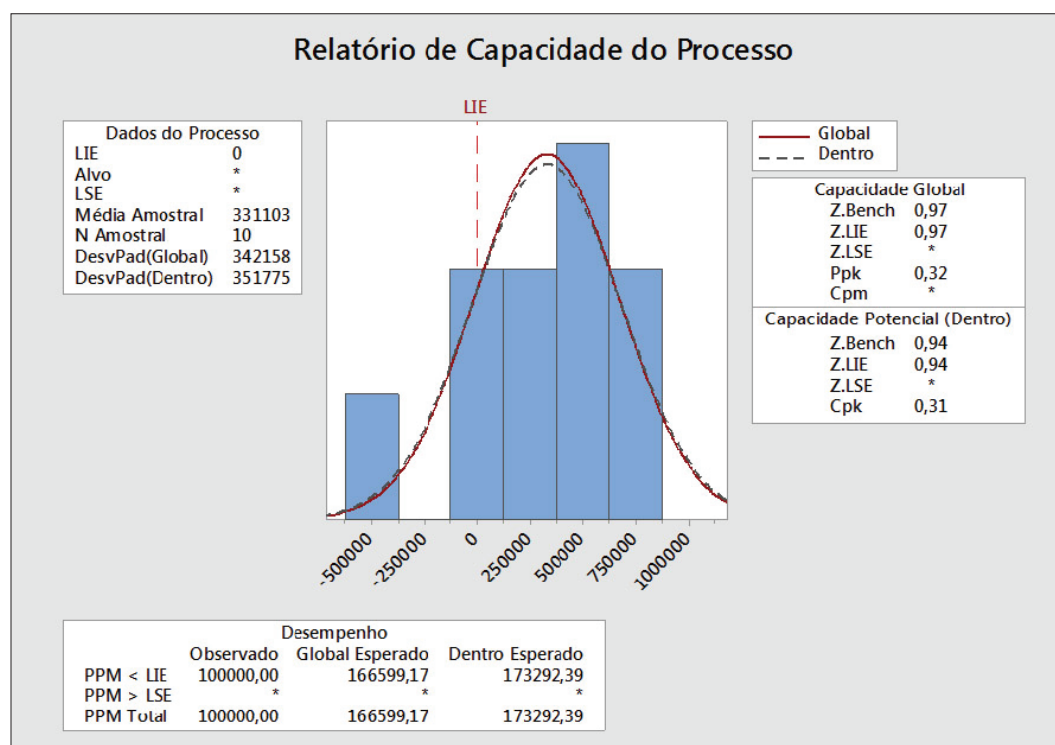
No que se refere ao *Markup*, suas vantagens são: maior agilidade e facilidade na programação da produção; flexibilidade para análise de diferentes cenários de produção; ferramenta para tomada de decisão; redução do tempo para estudos de viabilidade de produção; analisar o impacto de uma alteração de 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 12). Ainda não é o resultado final, pois a última fase do projeto está ‘revista para finalizar em meados 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 12 – Capacidade do processo após mudanças.



Fonte: Os autores.

O Gráfico 12, retrata uma pequena melhora no índice de capacidade de processo, que representa 10% no aumento do índice, o que pode ser um bom resultado considerando que a implantação do *six sigma* ainda está em andamento no setor.

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* traz 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 Ariento et al. (2005) afirmaram sobre o *Seis Sigma*, que o mesmo reduz as variações dos processos, 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. CONCLUSÃO

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.

Um das limitações do projeto foram a 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.

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.

## REFERÊNCIAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Agenda de Prioridades Têxtil e Confecção – 2015/2018**, 2015. Disponível em: <[http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/agenda\\_site.pdf](http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/agenda_site.pdf). >. Acesso em: 01/02/2016.

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.; MARRA, B. A.; LEAL, F.; MELLO, C. H. P. Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** ENEGEP, Bento Gonçalves: Rio Grande do Sul, 2012.

ARIENTE, M.; CASADEI, M. A.; GIULIANI, A. C.; SPERS, E. E.; PIZZINATTO, N. K. Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. **Revista da Fae**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 81-92, 2005.

BAÑUELAS, R.; ANTONY, J. Six sigma ou design for six sigma? **The TQM Magazine**, v. 6, n. 4, p. 250- 263, 2004.

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

CHEN T. Discussion on integration of Lean Production and Six Sigma Management. **International Business Research**, v. 1, n. 1 p. 38-42, 2008.

CUCORANU, I. C.; PARWANI, A.; PANTANOWITZ, L. *Lean Six Sigma. Practical Informatics for Cytopathology*, v. 14, p. 113-119, 2013.

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

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.

GOULART, L. E. T.; BERNEGOZZI, R. P. O uso das ferramentas da qualidade na melhoria de processos produtivos. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT*, 16, 2010, São Paulo, SP. *Anais... IEOM Conferences*, São Paulo: São Paulo, 2010.

KARSAK, E. E.; SOZER, S.; ALPTEKIN, E. Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & Industrial Engineering*, v. 44, n. 1, p. 171-190, 2002.

LAUREANI, A.; ANTONY, J. Critical success factors for the effective implementation of Lean Sigma: Results from an empirical study and agenda for future research. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 3, n. 4, p. 274-283, 2012.

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: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 29, Salvador, BA, 2009. *Anais... ENEGEP*, Salvador: Bahia, 2009.

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.

POHLMANN, P. M.; FERREIRA, M. A. Seis Sigma: dificuldades, limitações, fatores críticos de sucesso e perspectivas futuras. *Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 10, n. 4, p. 85-99, 2015.

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

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

SLEEPER, A. D. **Design for Six Sigma Statistics, 59 Tools for Diagonising and Solving Problems in DFSS Initiatives**. Andrew D., McGraw-Hill, New York, 2006.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2001.

WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.

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

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

WHEAT, B.; MILLS, C.; CARNELL, M. **Leaning into Six Sigma: A Parable of the Journey to Six Sigma and a Lean Enterprise**, McGraw-Hill, New York, NY, 2003.