

Utilização do programa *Lean Six Sigma* para a melhoria de resultados de uma empresa de remanufatura.

Igor Lima Andrade (UFU) iandrade@eprod.ufu.br
Cynara Mendonça Moreira Tinoco (UFU) cynara@pontal.ufu.br
Antonio Álvaro de Assis Moura (UFU) antonio.alvaro@pontal.ufu.br

Resumo:

O pensamento da produção sustentável não envolve, somente, a busca pela produtividade, mas também, leva-se em consideração o tema ambiental para a definição do planejamento organizacional. O segmento da indústria de reciclagem no Brasil se encontra em fase de consolidação e, por isso, algumas indústrias não apresentam processos bem definidos, afetando o rendimento da mesma. Neste estudo, procurar-se definir, através da metodologia *Lean Six Sigma*, os processos de uma empresa de reciclagem. A metodologia implementada é a do Método de Análise e Solução de Problema e Oportunidade (MASPO), unida com a filosofia que aproxima o *Six Sigma*, cuja finalidade é identificar, medir e analisar o problema e controlar a ação, com a filosofia *Lean Manufacturing*, que, por sua vez, apresenta técnicas e procedimentos para redução de desperdícios da produção. O trabalho buscou contribuir com o progresso da empresa, auxiliado pela metodologia escolhida, com análise de custos, criação de um sistema classificatório de fornecedores, implantação de indicadores e metas de produção, controle de produtividade e perdas, além de treinamento para os funcionários, dessa forma espera-se melhorar o fluxo dos processos e a produção, colaborando com o desenvolvimento do setor. Pode-se notar que houve uma melhora tanto no processo como na produção, de forma que a empresa conseguiu otimizar tarefas e iniciar o movimento de uma gestão de produção presente em seu dia-a-dia.

Palavras chave: *Lean Six Sigma*, Reciclagem, MASPO.

Using *Lean Six Sigma* program to improve the results of a recycling company

Abstract

Sustainable production involves both the pursuit of wild productivity and environmental care to develop an organizational planning. Recycling industries in Brazil are still in consolidation phase. Therefore, some industries do not have well-defined processes, which affects their quality. In this study, we seek to define, through *Lean Six Sigma* methodology, processes of a recycling company. The methodology implemented is the Analysis Method and Problem Solving and Opportunity (MASPO), together with the philosophy approaching Six Sigma, which has a purpose to identify, measure and analyze the problem and control the action, with a *Lean Manufacturing* philosophy that presents techniques and procedures for production waste reduction. The study sought to contribute to the progress of the company, aided by the chosen methodology, with cost analysis, creating a classification system vendors, implementation of indicators and production goals, productivity control and loss, as well as training for employees, with it is expected to contribute to the development of the sector. It may be noted that there was an improvement in both the process as in the production, so that the company was able to optimize tasks and initiate movement of this production management in their day-to-day.

Key-words: *Lean Six Sigma*, recycling, MASPO.

ÁREA TEMÁTICA: ENGENHARIA DE SUSTENTABILIDADE

1. Introdução

Esse trabalho aborda o termo reciclagem que, para Oliveira (2011), “consiste em repetir o ciclo de processos de produção de um produto ou serviço, utilizando-se como matéria-prima o resíduo descartado após o uso do produto”.

No atual contexto brasileiro de reciclagem, aproximadamente 17% dos municípios brasileiros possuem algum programa de coleta seletiva, atendendo cerca de 28 milhões de brasileiros (13%), número crescente nos últimos 20 anos, que aumentou de 81, em 1994, para 927, em 2014, municípios com coleta seletiva no Brasil. Em 2012, o país perdia, aproximadamente, R\$ 8 bilhões ao enterrar material reciclável (CEMPRE, 2013).

A categoria dos plásticos, material manipulado pela empresa estudada, segundo a CEMPRE, através do relatório Ciclossoft de 2014, representa 24% dos materiais recolhidos pelos sistemas municipais de coleta seletiva (em peso), sendo que dessa porcentagem 20% são do tipo PEAD – Polietileno de Alta Densidade, que segundo Plastivida (2013) são direcionados, principalmente, para embalagens de limpeza doméstica, industriais, descartáveis e utilidades domésticas. ,

Essa realidade faz com que, independentemente da taxa de crescimento econômico e aos constantes avanços tecnológicos, faça uma reflexão a cerca do futuro do país, de maneira que surjam debates com foco, principalmente, na saúde do planeta. Para Silva (2010) a expansão da produção agrava o processo de destruição da natureza, pois diz serem evidentes as demonstrações de falta de planejamento e despreocupação com o futuro ambiental, Andrade et. al. (2013) complementa dizendo que as consequências do aumento da demanda apesar de contribuírem para a crescente produção de bens de consumos colaboram para que a comunidade busque se aperfeiçoar para o uso de fontes renováveis, além de buscar o reaproveitamento dos itens.

Saito (2002) acredita que a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, ocorrida em 1972, em Estocolmo, Suécia, foi o grande marco em prol da educação ambiental, confirmando Mano (et. al., 2005), onde o mesmo afirmou que gerações passadas desconheciam a necessidade da preservação ambiental. Para Domínguez (2009), a conferência resultou, além da internacionalização da discussão sobre o tema, também, no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o qual evidenciou as divergências de interesses do Norte e do Sul do planeta, onde países do Norte buscavam priorizar a conservação, enquanto os do Sul, o desenvolvimento sem preocupação ambiental.

Para Galvani e Carpinetti (2013), diante da concorrência do mercado, as empresas buscam alternativas que possam torná-las mais competitivas, e visualiza a melhoria da qualidade, de processos e produtos, como uma opção para atingir suas metas. Entretanto, com essa nova preocupação mundial Boschetti e Bacarji (2009) destacam que “a gestão ambiental correta e sustentável deixou de ser uma “opção” para se tornar um diferencial competitivo, contribuindo para a manutenção das empresas no mercado globalizado”.

Analisando o cenário econômico do setor da empresa analisada, observa-se que, segundo a ABIPLAST (2012), o setor de transformação de plástico é responsável por empregar, aproximadamente, 358 mil trabalhadores, em 11.670 empresas, em todo o Brasil.

Os números da balança comercial desse segmento mostram que, em 2012, movimentou-se US\$ 604,4 milhões em exportação e US\$ 376,1 milhões em importação, números que representaram um recolhimento de 3,70% e 17,37%, respectivamente, em relação ao ano anterior, porém se analisado, o mesmo período, o saldo (exportação – importação) é de US\$ 228,3 milhões, significando crescimento de 32,40%. Esses valores são o resultado de 419,6 mil toneladas de exportação e 259,9 mil toneladas de importação, números que indicam um recolhimento de 3,23% e 14,19%, respectivamente, em relação a 2011, porém, o saldo do

período, em mil toneladas, alcançou crescimento de 22,18%, representando 159,6 mil toneladas (ABIPLAST, 2013).

Considerando esse cenário, o estudo tem uma abordagem de apoio na consolidação de uma empresa do setor de reciclagem de plásticos, contribuindo, também, para o desenvolvimento de seu mercado local, cooperando com a evolução da cadeia produtiva. Portanto, o foco do trabalho é contribuir com o desenvolvimento da empresa, auxiliado pela filosofia *Lean Six Sigma*, utilizando a metodologia MASPO, com análise de custos, criação de um sistema classificatório de fornecedores, implantação de indicadores e metas de produção, controle de produtividade e perdas, além de treinamento para os funcionários, dessa forma espera-se melhorar o fluxo dos processos e a produção.

2. Revisão da literatura

Para a revisão bibliográfica buscou-se contemplar os principais temas abordados no trabalho.

2.1. Six Sigma

“A concorrência está aumentando a uma taxa nunca vista” (ZYLSTRA, 2008) e isso leva as empresas a tomarem estratégias diferentes. Trabalhar com processos operacionais simplificados e reduzir suas falhas são opções que vem sendo adotadas.

Six Sigma “é primariamente uma iniciativa de negócios, e não apenas um programa de qualidade” (PEIXOTO NETO, 2008 – p. 46). Para Morando e Prates (2004) o programa é uma abordagem de melhoria de processos, que visa o ganho de produtividade e a redução de falhas e custos. Considerando outra visão, Rotondaro (2012) diz que o foco dessa metodologia é a redução de variabilidade do processo, utilizando métodos clássicos da gestão da qualidade, como, por exemplo, o controle estatístico do processo (CEP) que, para Montgomery (2000), é “um conjunto de ferramentas para resolver problemas que podem ser aplicados a qualquer processo”.

O termo *Sigma* significa, na estatística, “desvio padrão de um processo que aproximadamente obedece à distribuição normal, que é representado pela letra grega sigma” (CIACCIA, 2004).

Hoerl e Snee (2002, apud Galvani e Carpinetti, 2013), dizem que todo processo está sujeito à variabilidade, portanto, a meta sugerida pela metodologia significa a construção de um processo de transformação praticamente perfeito.

Segundo Trad (2006), quanto mais disperso o processo se apresentar, maiores serão as chances de existir falhas, indo além dos limites das especificações dos clientes, conforme se pode notar na Figura 1.

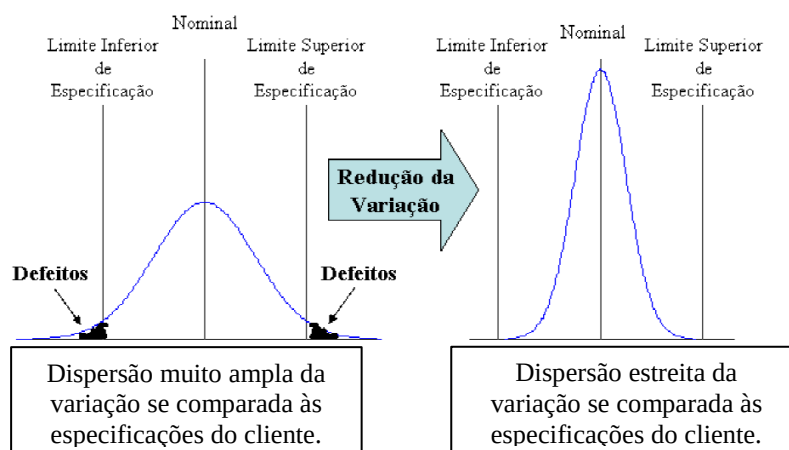


Figura 1 – Variação do processo. Retirado de TRAD (2006 – p. 27)

Rodrigues (2014) diz que “um projeto seis sigma, seguindo os ensinamentos do Guia PMBOK (Project Management Body of Knowledge) do PMI (Project Management Institute), é dividido em cinco fases”, as quais formam a estrutura DMAIC (D – Definir; M – Medir; A – Analisar; I – Incorporar; C - Controlar). Para Aguiar (2006) essa estrutura consiste de acordo com a Figura 2:

DEFINIR (D)	Identificar os problemas e optar pelo qual será submetido ao processo de melhoria;
MEDIR (M)	Consiste em analisar o problema, através de coletas de dados e demais informações;
ANALISAR (A)	Etapla onde se faz o estudo das informações e dados coletados anteriormente;
INCORPORAR (I)	Traçar planos de ação para que consiga programar as melhorias propostas;
CONTROLAR (C)	Etapla responsável pela manutenção e evolução das melhorias, gerando um ciclo contínuo.

Figura 2 – Estrutura DMAIC. Retirado de Aguiar (2006)

2.2. *Lean Manufacturing*

A filosofia *Lean Manufacturing*, também conhecida como Produção Enxuta, foi desenvolvida por Eiji Toyoda e Taiich Ohno, após a Segunda Guerra Mundial, a qual deixou o Japão em ruínas e com a economia devastada, necessitando “produzir mais com menos”. Para Nazareno (et. al., 2001) “é um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios”.

Shigeo Shingo (1996) destaca que a filosofia *Lean Manufacturing* identifica sete tipos de desperdícios, os quais são: superprodução; espera; transportes; processamento; estoque; desperdício de movimentos; desperdício na elaboração de produtos defeituosos. As características desses desperdícios podem ser vista na Figura 3, a seguir:

Tipo	Característica
Defeitos	Produto ou serviço fora dos padrões, que além do custo gerado pós-fabricação possui o custo da fabricação.
Superprodução	Produção excessiva ou velocidade de processamento desnecessária, incompatível a necessidade ou a demanda.
Processamento	Esforço aplicado desnecessário, criando atividades que não agregam valor.
Estoques	Produtos esperando pelo processamento ou pelo consumo, gerando custos com o armazenamento e imobilizando dinheiro e mercadorias.
Movimento	Excesso de movimentação das pessoas, fazendo com que saiam constantemente de seus postos de trabalho.
Espera	Falta de sincronia entre as etapas produtivas, podendo haver ociosidade entre as etapas.
Transporte	Excesso de movimentação de produtos, necessitando sua redução, pois não agrega valor ao produto ou serviço.

Figura 3 – Os sete desperdícios. Baseado em Werkema (2011)

2.3. Método de Análise e Solução de Problemas e Oportunidades

O objetivo do Método de Análise e Solução de Problemas e Oportunidade é a manutenção, melhoria e inovação de produtos, serviços e processos a qual juntamente com o programa *Lean Six Sigma*, são estruturas baseadas no ciclo PDCA (do inglês *Plan, Do, Check, Act* – Planejar, Fazer, Checar e Ação Corretiva), entretanto o *Lean Six Sigma* se organiza em um

ciclo nomeado de DMAIC, porém sem a abordagem de inovação, por esse motivo a escolha do MASPO.

O ciclo PDCA (ou Ciclo de Deming) pode ser definido como “um método que tem por objetivo a manutenção e melhoria dos processos” (MARSHAL JR, I. et. al. 2009 – p.103), Campos (2011 – p. 117) complementa dizendo que “o PDCA é um processo de tomada de decisões”. O ciclo é representado em quatro etapas

Para melhor entendimento, a Figura 4 apresenta um esquema comparativo entre a ligação do DMAIC com PDCA.

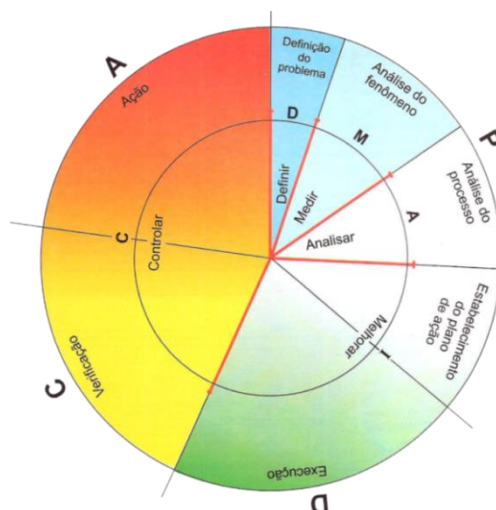


Figura 4 – Relação entre DMAIC e PDCA. Retirado de Aguiar (2006)

Campos (2011) define os passos apresentados da seguinte maneira:

1. Identificação do problema: fase onde se deve definir o problema de forma precisa;
2. Análise do fenômeno: etapa do desdobramento do problema global;
3. Análise do processo: analisando o processo busca alcançar as causas fundamentais do problema;
4. Plano de ação: ferramenta utilizada para estruturar a forma de atuar, com intuito de bloquear as causas problemas;
5. Execução: Bloquear as causas fundamentais;
6. Verificação: Responsável por verificar o bloqueio, se tiver tudo conforme avança no planejamento, caso não esteja retorna para a análise do fenômeno (passo 2);
7. Padronização: Caso o bloqueio seja efetivo, essa etapa será o agente que prevenirá o ressurgimento do problema;
8. Conclusão: Por fim, recapitula-se todo o processo para trabalhos futuros.

Os conjuntos apresentados anteriormente dividem os passos do MASPO, da seguinte maneira: passos 1, 2, 3 e 4 no conjunto de *Planejamento* (P); passo 5 no conjunto de *Fazer* (D); passo 6 no conjunto *Checar* (C) e, por último, passos 7 e 8 no conjunto *Ação Corretiva* (A), complementa Campos (2011).

3. Metodologia

Uma conversa entre orientando e orientador foi o ponto inicial do trabalho, após definido os aspectos básicos se realizou a revisão bibliográfica acerca do tema com intuito de reunir literaturas, que pudessem indicar estudos e pesquisas aplicadas na área de interesse. Dessa forma, conseguiu identificar aspectos facilitadores e possíveis agravantes para o progresso do estudo.

Como metodologia de trabalho optou-se realizar um estudo de caso, e para aplicação da filosofia na empresa utilizou o Método de Análise e Solução de Problemas e Oportunidade (MASPO). Portanto, considerando o objetivo estabelecido do estudo, buscou se aprofundar nos conceitos da filosofia *Lean Six Sigma*, MASPO, planejamento e controle da produção e logística reversa.

Para o desenvolvimento do estudo, houve visitas orientadas a fábrica, focando na realidade do chão da fábrica, com o objetivo de identificar os possíveis agentes de desperdícios, em paralelo, foi realizado o levantamento de informações relevantes ao estudo para que possa estruturar o cenário e atuar na solução da problemática.

4. Estudo de caso

Durante o desenvolvimento do trabalho, o autor desempenhou o cargo de estagiário na empresa, para que pudesse conhecer mais de perto o cenário, as práticas da empresa e possíveis informações importantes para o sucesso do estudo. O estágio ocorreu em todos os setores da empresa. As principais atividades desenvolvidas foram:

- Acompanhamento da produção
- Análise e controle da produção
- Instalação e acompanhamento de procedimentos
- Análise e controle de perdas
- Participação em estudos de melhorias de processo

Esta abordagem permitiu ao autor uma maior proximidade com a engenheira responsável pela fábrica, com os colaboradores da manutenção, encarregados da produção, operadores e administrativos. Essa aproximação foi extremamente favorável para o desenvolvimento de todo o trabalho.

4.1. Descrição da organização analisada

O estudo foi realizado em uma empresa situada na cidade de Uberlândia, a qual foi fundada em 2012, com o intuito de fornecer matéria prima reciclada (PEAD) para uma empresa de transformação, porém, diante das oportunidades, a mesma passou a atender outros mercados. A empresa analisada é considerada de pequeno porte nacional, fabricante de PEAD granulado, oriundo do processo de reciclagem. Atualmente, está instalada em uma área territorial de 8.540 m², com 28 colaboradores trabalhando em 2 turnos (designados como 1 e 3), sendo 21 no turno 1º e 7 no turno 3º.

Baseando na atual distribuição das atividades da empresa, foi elaborado um fluxograma de processos para visualização de possíveis alterações, simplificações e adoções de novas tecnologias.

4.2. Definição do problema

Antes de iniciar a análise interna da empresa escolhida, optou-se por conhecer a atividade econômica e seu comportamento diante do cenário nacional e internacional.

A empresa estudada, que está há aproximadamente dois anos e seis meses em operação, possui sua estrutura dividida em 4 (quatro) operações de trabalho:

Operação 1: Administração - realiza todas as atividades de planejamento e gestão da fábrica, desde a compra da matéria prima até a venda do produto final;

Operação 2: Separação - contempla o processo de reciclagem, onde ocorre a separação de materiais a serem reciclados e destinação dos materiais a serem utilizados ou descartados;

Operação 3: Moinho - é a etapa de preparação do material, retirando itens indesejados da matéria principal;

Operação 4: Extrusora - processa esse material preparado, transformando-o em produto final.

A empresa ainda não obteve sucesso em implantar e manter um método sistêmico de análise e controle da produção. Dessa forma, existe possibilidade dos processos estarem fora de controle, afetando o desempenho da organização e até a saúde financeira da mesma. Com essa proposição, criou-se um histograma da produção do PEAD granulado, Figura 5, onde se analisou os meses de fevereiro a julho de 2014.

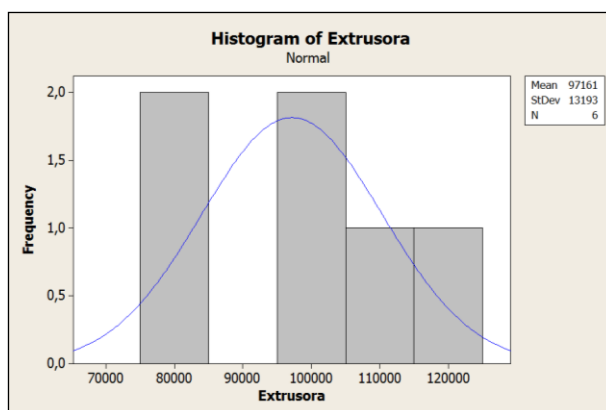


Figura 5 – Histograma da Extrusão. Saida do software MINITAB

Essa amostragem foi capaz de indicar a possibilidade de problemas enfrentados pela empresa, a qual com mais informações foi possível visualizar a de ausência de controle da produção, de perdas e indisponibilidade no mercado de matéria prima. O estudo considera a definição de Campos (2011) para o termo “perdas”, onde o intitula como anomalias, sendo “todos os eventos que fogem do normal”, como defeitos em produtos, refugos, retrabalhos e outros.

Diante da indisponibilidade de matéria prima, foi feito outra amostragem por histograma no período de fevereiro a julho de 2014, a qual é apresentada pela Figura 6, (considerando-se os meses de fevereiro a julho de 2014).

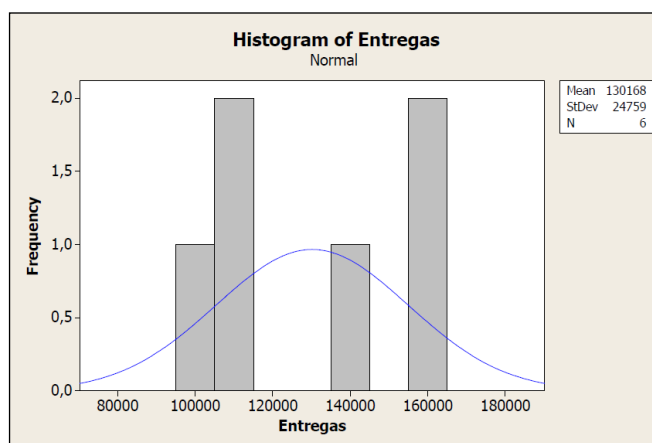


Figura 6 – Histograma de entregas de matérias-primas. Saida do software MINITAB

Esse resultado indica problema nas entregas de matérias-primas. Dessa forma, com intuito de aprofundar no processo, foram feitas visitas orientadas, para definição das etapas produtivas, e um programa de estágio para coleta de mais informações. Com isso, foi traçado a estratégia de abordagem.

4.3. Discussão sobre o problema e resultados alcançados

A análise foi realizada a partir de dados históricos da empresa, coletados nos anos de 2014, e parte de 2015. Para a análise de preço foi examinado todo o ano de 2014, entretanto para as demais utilizaram os meses de outubro de 2014 a abril de 2015 como base, julgando, também, o que foi presenciado.

Buscando suprir as necessidades da empresa, buscou-se apresentar resultados que envolvessem custos e produtividade, dessa forma se conseguiu traçar uma estratégia de abordagem.

4.3.1. Análise de custos

Em primeiro momento, analisou-se a relação do custo da mercadoria, comparando o valor pago com o valor agregado durante o processo, onde se contabilizou os dados da produção e os percentuais de perda. O resultado obtido nessa etapa pode ser observado na Tabela 1, apresentada a seguir:

FORNECEDOR	PREÇO (por kg)	MÉDIA DE PERDAS	PREÇO REAL (por kg)*	VARIAÇÃO
1	R\$ 1,40	8,62%	R\$ 1,50	↑ 8%
2	R\$ 1,40	12,84%	R\$ 1,55	↑ 11%
3	R\$ 1,40	13,21%	R\$ 1,56	↑ 12%
4	R\$ 1,25	29,08%	R\$ 1,67	↑ 34%
5	R\$ 1,75	0,00%	R\$ 1,75	→ 0%
6	R\$ 1,75	0,00%	R\$ 1,75	→ 0%
7	R\$ 1,45	24,90%	R\$ 1,84	↑ 27%
8	R\$ 1,45	26,19%	R\$ 1,90	↑ 31%
9	R\$ 1,40	30,43%	R\$ 1,95	↑ 39%
10	R\$ 1,55	25,09%	R\$ 2,03	↑ 31%
11	R\$ 1,50	30,85%	R\$ 2,10	↑ 40%
12	R\$ 1,65	26,99%	R\$ 2,19	↑ 33%
13	R\$ 1,55	31,41%	R\$ 2,21	↑ 43%
14	R\$ 1,45	38,18%	R\$ 2,26	↑ 56%
Média:			R\$ 1,88	26%

* considerando os valores de aterro e do plástico PP

Tabela 1 – Custo X Custo Real

A Tabela 1 mostra que o valor de compra da matéria-prima dos fornecedores, exceto nos casos dos fornecedores 5 e 6, pois são materiais já processados e prontos para uso, não equivalem ao valor agregado no decorrer do processo, devido algumas implicações, sendo assim, há indícios de defasagem na análise de custos da empresa, outro aspecto importante de avaliar é que os fornecedores 9 e 12 são os principais entregadores.

Após o resultado dessa análise, o Diretor Geral iniciou um processo de auditoria para colher mais informações, que detalhassem a situação enfrentada, a fim de revisar o processo de precificação e corte de custos.

4.3.2. Sistema classificatório de fornecedores

Considerando a explicação de Shingo (1996), sobre a preocupação que se deve ter com os fornecedores, onde ele diz que os mesmos devem “melhorar seus próprios sistemas de produção para serem capazes de responder rapidamente às necessidades da empresa”, buscou-se analisar a relação com os fornecedores para melhorar o processo interno.

Buscou-se classificar os fornecedores com os principais fatores para que a empresa os considere bons ou ruins. Com isso a Gerente Industrial indicou três deles, os quais foram: o

custo efetivo pago (considerando a quantidade de PP presente na carga), a produtividade da carga e confiabilidade da entrega.

O primeiro fator considera a avaliação listada na Tabela 3, já o segundo é uma análise da relação de produtividade e por último criou-se a relação do prazo de entrega sugerido pelo fornecedor com seu prazo efetivo.

As análises foram desenvolvidas considerando os dados meses de Outubro a Abril, exceto os do mês de Janeiro, quando houve problema de coleta e armazenamento das informações.

Complementando a análise, preocupou-se em saber se o estudo trouxe alguma melhoria para o fornecimento, por isso, elaborou-se outro histograma, Figura 7, de entregas, mas considerando os dados de outubro de 2014 a março de 2015.

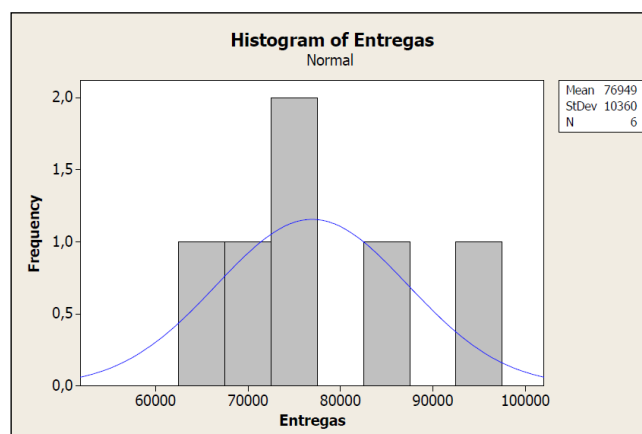


Figura 7 – Histograma de entregas de matérias-primas recente. Saída do software MINITAB

Nota-se que apesar de não estar em um estado de alto nível de controle, houve melhoria no desvio padrão da análise anterior e após o estudo. De 24759 para 10360 quilogramas de matérias entregues.

Para gerar o ranking dos fornecedores, considerou-se a quantidade de pontos que cada um dos fatores gerados, de acordo com o peso adotado pela empresa, ou seja:

$$\text{Fator 1} * \text{peso 1} + \text{Fator 2} * \text{peso 2} + \text{Fator 3} * \text{peso 3} = \text{Ponto final}$$

Dessa forma, a empresa facilitou sua tomada de decisão e criação de estratégias para a melhoria da relação com os fornecedores, refletindo na qualidade dos produtos e processos.

4.3.3. Indicadores e metas de produção

Visando aumentar a produtividade diária, empenhou-se na implantação de indicadores e metas de produção, os quais foram traçados pelo Gerente Industrial e o Diretor da fábrica. O estudo considera a afirmação do *Guideline 3: Key Performance Indicators* (2010) para definir indicadores de desempenho, onde a cartilha afirma que são ferramentas de definir e medir o progresso da organização em direção as metas e objetivos estabelecidos.

As metas foram implantadas utilizando as técnicas do gerenciamento visual, que segundo Souza e Lindgren (2012), “é um sistema de planejamento, controle e melhoria contínua que integra ferramentas visuais simples, as quais possibilitam compreensão de todos, de forma transparente por meios de quadros de exposição da situação atual”.

O desenvolvimento dessa implantação envolveu toda a administração da empresa, considerando-se os níveis de produtividade e eficiência das máquinas e colaboradores. Utilizou-se um quadro branco fixado em uma parede no chão de fábrica, onde se inseriu gráficos com a evolução da produção e planilhas para preenchimento diário da produção, de

forma a permitir o acompanhamento do delta diário, além dessas informações foi colocado em evidência reclamações e sugestões dos clientes. O Gerente Industrial também se preocupou em incentivar o hábito dos colaboradores de acompanhar esses dados.

Com intuito de saber a contribuição do estudo nos resultados produtivos da organização, elaborou-se uma comparação dos resultados mensais, dos mesmos períodos em anos subsequentes, antes e após a implantação dos indicadores e metas de produção. A empresa, também resolveu modificar seu sistema produtivo, optando por trabalhar pelo sistema de lotes de acordo com cada fornecedor. Pode-se observar esse resultado na Figura 8, a seguir:

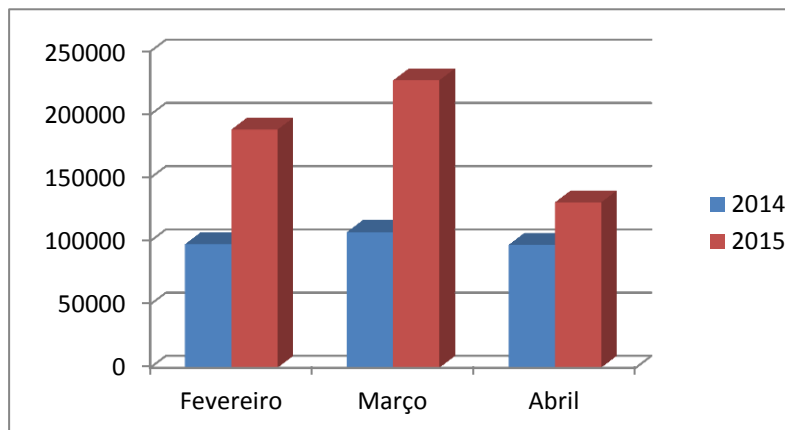


Figura 8 – Comparativo de produção (em Kg).

As mudanças realizadas no processo produtivo resultaram em crescimento de, até, 51% da produção diária, porém o resultando não foi mais expressivo devido à dificuldade enfrentada pelo setor de compras em encontrar mais matérias-primas, ou novos fornecedores, contribuindo com que houvesse dias de baixa produtividade, afetando a análise final.

4.3.4. Controle de produtividade e perdas

Além das análises estatísticas, houve o levantamento de tempos de cada processo para que se conseguisse definir a capacidade produtiva, lote econômico de compra, tempo de ciclo, que para Gouvêa (2012) é “a frequência com que uma peça ou um produto é realmente completado em um processo”, *lead time* – tempo da movimentação do produto ao longo de todo o processo, dentre outros indicadores.

Foi separado todo o ciclo em três grandes etapas, onde se coletou informações suficientes para conseguir indicar o tempo médio de processamento em cada etapa, Figura 9, por *bag's* – sacos de, aproximadamente, uma tonelada.

Realizou-se um estudo de cronoanálise em cada uma das etapas, porém, na fase da separação, buscou-se conhecer o tempo de trabalho sobre o insumo de cada fornecedor, criando uma métrica de qualidade por fornecedor. Com esses tempos, foi possível prever a duração aproximada do estoque, de forma que se pudesse planejar o ritmo de cada etapa, evitando possíveis problemas ou paradas.

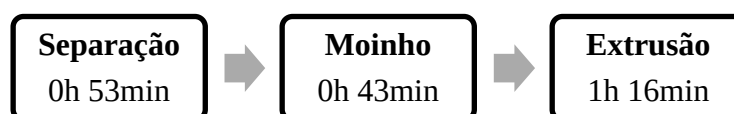


Figura 9 – Tempos do processo

4.3.5. Treinamentos

Durante o estudo, notou-se que algumas atividades eram desempenhadas de forma incorreta pelos colaboradores, de acordo com a política da empresa. Foram desenvolvidos treinamentos, que Lôpo (1999) define como o ato de transmitir conhecimento específica para aprender, desenvolver ou modificar habilidades e hábitos visando à preparação e desenvolvimento do colaborador para o trabalho. Essa preparação foi direcionada a cada área, os quais foram ministrados *in loco* – não necessitando o afastamento do colaborador de seu posto de trabalho.

Essa etapa foi desempenhada em paralelo às demais, sendo que uma delas foi à reconfiguração da disposição do método de produção da operação 4, o de Extrusão. A empresa adotou um novo método de armazenamento, passando de sacos de 25 kg para *big bags* de aproximadamente 1 ton., e adoção de novos equipamentos para melhoria do controle produtivo, com isso, fez-se necessário adaptações nas máquinas e treinamentos com os colaboradores.

5. Conclusão e trabalhos futuros

A utilização da filosofia *Lean Six Sigma* trouxe melhorias significativas no processo da empresa, com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que a metodologia utilizada foi eficaz para este caso e o objetivo alcançado, pois o estudo conseguiu contribuir com a evolução da empresa e desenvolvimento do ambiente onde ela está inserida.

Pensando na melhoria contínua, se tem o intuito de utilizar o aprendizado desse trabalho para dar continuidade a essas melhorias. Para isso, destacamos alguns possíveis pontos a serem explorados, sendo eles:

Rever o processo de compra de matéria prima, além de aumentar o número de fornecedores, atualizando e mantendo o sistema implantado.

Análise da qualidade do produto final.

Sistematizar e monitorar os processos, de modo que eles se autofiscalizem, economizando tempo de outros colaboradores e resultando em indicadores eficazes.

Treinamentos contínuos visando à redução de falhas de operadores que ocasione paradas de máquinas ou perdas de materiais.

Aplicar a gestão do conhecimento, para que se consiga diminuir o tempo da resposta a eventuais problemas de máquinas ou de fabricação.

Monitoramento do consumo de energia, indicado pelos consumos reais de cada operação ou área, buscando reduzir os gastos com energia ou traçando novas estratégias para essa situação.

Acredita-se que essas ações auxiliarão o contínuo desenvolvimento da empresa tornando seu processo sustentável, seja na manutenção ou controle, representando ganho financeiro ou de tempo para os gestores dedicarem mais intensamente ao planejamento e controle da produção, significando uma diminuição das intervenções operacionais não urgentes.

Considera-se que a utilização de filosofias tradicionais em outros setores produtivos, como por exemplo, no automobilístico, pode trazer uma perspectiva de melhoria e profissionalização no segmento que cada vez mais ganha visibilidade e importância no cenário mundial atual.

Referências

- ABIPLAST (Associação Brasileira de Plásticos).** *Anuário Estatístico*. São Paulo: jan., 2013. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/site/estatisticas>>. Acesso em 21 de agosto de 2014.
- AGUIAR, S.** Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma. 1 vol. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2006.
- ANDRADE, C. S.; SOUSA, C. A.; RAUPP, F.** Modelo de avaliação de desempenho ambiental. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIII, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador, 2013.

- BOSCHETTI, F. A.; BACARJI, A. G.** Instrumentos de Gestão Ambiental: Uma Ferramenta para Competitividade. *SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*. Resende, 2009.
- CAMPOS, V. F.** Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 8 ed. Belo Horizonte: Editora Falconi, 2011.
- CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem).** *CEMPRE Review*. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>>. Acesso em 03 de julho de 2015.
- CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem).** *Ciclossoft*. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/2>>. Acesso em 03 de julho de 2015
- CIACCIA, V.** Aplicação do Seis Sigma: Um caso na indústria química. 2004. 92. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- DOMÍNGUEZ, A.** Medio ambiente y política exterior de México: antecedentes, situación actual y perspectivas. *Departamento de Estudios Internacionales, Universidad Iberoamericana*. Ciudad de México, 2009.
- GALVANI, L. R.; CARPINETTI, L. C. R.** Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços. *Revista Produção*. v. 23, n. 4, p.695-704, out./dez. 2013.
- GOUVÊA, P. H. R.** Análise do mapa da cadeia de valor em um hospital do Vale do Paraíba. 2012. 43. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2012.
- HOERL, R. W.; SNEE, R. D.** Statistical thinking: improving business performance. Belmont: Duxbury, Thomas Learning, 2002.
- LÔPO, S. S.** Levantamento de necessidade de treinamento: estudo de caso na Petrobras. 1999. [s.n]. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola Brasileira de Administração Pública, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1999.
- MANO, E. B. et. al.** Meio Ambiente, poluição e reciclagem. São Paulo: Blucher, 2005. p. 41-43.
- MARSHAL JR, I.; et. al.** Gestão da Qualidade. São Paulo: FGV Editora, 2009.
- MORANDO, G. H. F; PRATES, G. A.** Gestão da Qualidade: Seis Sigma na 3M do Brasil. *Convibra – Congresso Virtual Brasileiro de Administração*. s.l, 2004.
- NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; SILVA, A. L.** Implantando técnicas e conceitos da Produção Enxuta integradas à dimensão de análise de custos. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Salvador, 2001.
- OLIVEIRA, V. A.** Proposta de um modelo de framework para processos de reciclagem. 2011. 129. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.
- PEIXOTO NETO, A. G. L.** Redução do tempo de ciclo do pedido: uma aplicação *Lean Six Sigma* na logística. 2008. [s.n]. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- PLASTIVIDA (Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos).** *Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos no Brasil*. São Paulo: set., 2013. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_IRMP.aspx> Acesso em 04 de jul de 2015
- RODRIGUES, M. V.** Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistema de produção *Lean Manufacturing*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- ROTONDARO, R. G. et. al.** Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. 1 ed. – 9ª reimp – São Paulo: Atlas, 2012.
- SAITO, C. H.** Política nacional de educação ambiental e construção da cidadania: desafios contemporâneos. In.: RUSCHEINSKY, A. (Org.). *Educação Ambiental: abordagens múltiplas*. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 47–60.
- PUBLIC RECORD OFFICE VICTORIA.** *Guideline 3: Key Performance Indicators*. State of Victoria jul., 2010. Disponível em < <http://prov.vic.gov.au/wp-content/uploads/2011/05/1010g3.pdf> >. Acesso em 11 de ago. de 2015.
- SOUZA, N. H.; LINDGREN, P.** Implementação de um quadro de gestão visual objetivando melhoria contínua. *The 4th International Congress on University-Industry Cooperation*. Taubaté, 2012.
- SHINGO, S. O** Sistema Toyota de Produção – Do ponto de vista da Engenharia de Produção. reimp. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- TRAD, S.** Seis Sigma: fatores críticos de sucesso de sua implantação e impacto sobre desempenho organizacional. 2006. 189. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- ZYLSTRA, K. D.** Distribuição *Lean*: A abordagem enxuta aplicada à distribuição, logística e cadeia de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2008.