

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Implementação de Seis Sigma como Fator de Redução de  
Desperdícios em uma Indústria de Bebidas: um estudo de  
caso**

*Ewerton Caburon*

**TCC-EP-05-2008**

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

**Implementação de Seis Sigma como Fator de Redução de  
Desperdícios em uma Indústria de Bebidas: um estudo de  
caso**

*Ewerton Caburon*

**TCC-EP-05-2008**

Trabalho de Conclusão do Curso Apresentado ao  
Curso de Engenharia de Produção do Centro de  
Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá –  
UEM.

Orientador (a): Prof.: Dr. Wagner A. dos Santos  
Conceição

**Maringá - Paraná**

**2008**

**Ewerton Caburon**

**Implementação de Seis Sigma como Fator de Redução de Desperdícios em uma Indústria de Bebidas: um estudo de caso**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador: Professor Wagner A. dos Santos Conceição  
Departamento de Engenharia Química, CTC

---

Professora Olivia Toshie Oiko  
Departamento de Informática, CTC

---

Professora Veronice Slusarki Santana  
Departamento de Engenharia Química, CTC

Maringá, setembro de 2008

## DEDICATÓRIA

A Deus, que sempre esteve presente em todos os momentos, me abençoando, concedendo as forças necessárias e me guiando por todos os caminhos, para superar as dificuldades que a vida impôs.

À minha família pelo apoio incondicional e compreensão em todos os momentos da minha vida que, apesar de todas as dificuldades, me concedeu a possibilidade de chegar até aqui.

## EPÍGRAFE

"É melhor tentar e falhar, que preocupar-se a ver a vida passar. É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver!"  
(Martin Luther King)

"Determinação coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho!"  
(Dalai Lama)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pelas graças derramadas e pela oportunidade de superar todas as dificuldades e desfrutar desse momento de felicidade.

À minha família, por me deixar a maior herança, o conhecimento, e por dividir comigo todos os momentos da minha vida, os bons e ruins.

Ao Professor Wagner, por sua Orientação e Supervisão ao longo do desenvolvimento desse trabalho, que soube acolher com humildade e paciência as minhas dúvidas e incertezas, aconselhando-me e esclarecendo-me sempre que exigido no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos que contribuíram muito para o meu crescimento como pessoa, Paulo (Polenta), Raphael (Mogueti), Aleksander, Glécio (Zeca), Dany, Dayane (Day), Carla (Carlinha), Bruna (Boza), Ana Carolina, João Gustavo, enfim, todos que estiveram comigo durante estes cinco anos, que compartilharam comigo durante estes cinco anos as alegrias e dificuldades e me apoiaram nos momentos em que precisei.

De forma especial também aos meus professores, que passaram com o maior esforço tudo o conhecimento que possuíam, os quais vou levar por toda minha vida profissional.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente não tendo sido aqui nomeados, permitiram de alguma forma a concretização deste trabalho.

## RESUMO

Em resposta às necessidades impostas pela globalização e para se adaptarem a um ambiente cada vez mais competitivo, as empresas estão buscando novas formas de aprimoramento de seus processos e produtos. Nesse contexto, o Seis Sigma representa uma iniciativa que visa melhorar os processos e produtos existentes ou, ainda, criar novos processos e produtos robustos buscando a satisfação de clientes e acionistas. Essa metodologia, para ter sucesso, requer uma mudança cultural na organização. O presente trabalho retrata o estudo de caso em uma empresa do ramo de bebidas, onde serão analisadas algumas matérias-primas presentes no processo, focado em filme contrátil e termo contrátil. Esse trabalho visa comparar os benefícios operacionais que o programa Seis Sigma pode proporcionar ao atual processo. Todos os dados são referentes ao ano de 2008. Neste estudo, ficou explícito que em termos operacionais a metodologia Seis Sigma pode trazer grandes benefícios para organização, com relação à qualidade e competitividade.

**Palavras chave:** Seis Sigma; Qualidade; Estratégia.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>5</b>
2.1 A estratégia Seis Sigma .....	8
2.2 Métricas Seis Sigma .....	10
2.3 Seis Sigma aplicado.....	12
2.4 Seis Sigma .....	15
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
3.2 Etapas da pesquisa .....	18
3.2.1 Delimitações do caso .....	18
3.2.2 Coleta de dados.....	18
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>20</b>
4.1 Situação da empresa.....	21
4.2 Resultados atuais.....	21
4.3 Resultados pós-implementação.....	24
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>34</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICE II .....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE III .....</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICE IV .....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE V.....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE VI .....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE VII .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE VIII.....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE IX .....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Métodos e Ferramentas Essenciais do Programa Seis Sigma.....	3
Ilustração 2 - Os níveis de Defeitos para os Devidos Níveis Sigma .....	10
Ilustração 3 - Método DMAIC de Controle de Processo.....	13
Ilustração 4 - Ciclo PDCA - Método de Controle de Processo .....	13
Ilustração 5 - O Processo DMAIC - Efeito Funil .....	16

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - A escala da qualidade .....	12
Tabela 2 - Treinamentos realizados sobre metodologia Seis Sigma .....	21
Tabela 3 - Consumo de filme shrink 42 - Janeiro a Maio 2008 .....	22
Tabela 4 - Consumo de filme shrink 48 - Janeiro a Maio 2008 .....	22
Tabela 5 - Consumo de filme shrink 62 - Janeiro a Maio 2008 .....	23
Tabela 6 - Consumo de filme shrink 82 - Janeiro a Maio 2008 .....	23
Tabela 7 - Consumo de filme stretch - Janeiro a Maio 2008 .....	24
Tabela 8 - Consumo de Filme 42 de Janeiro à Agosto de 2008 .....	25
Tabela 9 - Consumo de Filme 48 de Janeiro à Agosto de 2008 .....	25
Tabela 10 - Consumo de Filme 62 de Janeiro à Agosto de 2008 .....	26
Tabela 11 - Consumo de Filme 82 de Janeiro à Agosto de 2008 .....	27
Tabela 12 - Consumo de Filme Stretch de Janeiro à Agosto de 2008 .....	27
Tabela 13 - Etapas de Análise e Identificação das Causas e Perdas de Filmes .....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABB** – Asea Brown Boveri

**CBQ** – Custo da Baixa Qualidade

**CEP** – Controle Estatístico de Processo

**COPQ** – Custo da Baixa Qualidade (*“Cost Of Poor Quality”*)

**Cp** - Capacidade do Processo

**Cpk** – Centralização do Processo

**DMAIC** - Definir-Medir-Analisar-Implementar-Controlar (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*)

**DOE** – Delineamento de Experimento (*“Design Of Experiment”*)

**DPMO** - Defeito por Milhão de Oportunidades (*“Defects Per Million Opportunities”*)

**FMEA** – Failure Mode and Effect Analysis

**GE** – General Electric

**KPIVs** – Variáveis de Entrada de Processos-Chave

**KPOVs** – Variáveis de Saída de Processos-Chave

**MSA** – Análise de Sistema de Medição

**PDCA** – Planejar-Executar-Checar-Atuar (*“Plan-Do-Check-Act”*)

**PPM** – Partes Por Milhão

**QFD** – Desdobramento da Função Qualidade

**RBC** – Rede Brasileira de Calibração

**RH** – Recursos Humanos

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os mercados estão cada vez mais competitivos e a fidelidade dos clientes cada vez mais disputada. Para manter esta fidelidade já não basta somente satisfazer os clientes. As empresas que buscam o crescimento e almejam o mercado mundial, devem comercializar produtos e serviços de forma a “encantar” seus clientes. Para surpreender os consumidores, com produtos interessantes, preços atrativos e de excelente qualidade, são necessárias várias horas de muito empenho e dedicação na elaboração de projetos consistentes. A busca incessante por produtos e serviços perfeitos leva muitas pessoas a pesquisar e implantar várias técnicas, ferramentas e estratégias. Dentro do contexto da busca por produtos perfeitos, encontram-se várias estratégias que visam aumentar a vantagem competitiva das organizações.

Diversos tipos de certificação foram sendo criados e aplicados em praticamente todos os ramos de atividades. Inúmeras ferramentas foram implementadas de forma a viabilizar e sustentar estes programas de qualidade que visam basicamente tornar as organizações mais “sólidas” e competitivas.

A abordagem de Garvin (1992) define qualidade considerando a visão de quem a percebe. Tem percepções variadas, por exemplo: i) transcendente, que define qualidade como excelência inata; ii) produto, quando descreve a qualidade como algo preciso e mensurável; iii) usuário, quando a qualidade está diante dos olhos de quem observa; iv) produção, quando a conformidade às especificações é qualidade; e, v) valor, quando a qualidade está diretamente relacionada aos custos e preços. Davis et al. (2001) divide a qualidade em duas categorias: i) qualidade do produto e, ii) qualidade do processo. O nível de qualidade na elaboração de um produto irá variar com relação ao mercado específico que ele almeja atender e, no sentido de processo, qualidade é produzir produtos livres de erros.

De acordo com um dossiê publicado pela Revista HSM Management (2003), na década de 80, o presidente da Motorola, Robert Garvin, juntamente com sua equipe, criaram o programa de qualidade batizado com o nome 6-sigma, com objetivo a busca da qualidade. O engenheiro da Motorola Bill Smith fez parte da equipe de Garvin e sua participação foi fundamental na percepção de que o controle da variação na produção

poderia alcançar um resultado final de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, ou seja, a oportunidade de defeitos no nível 6-sigma.

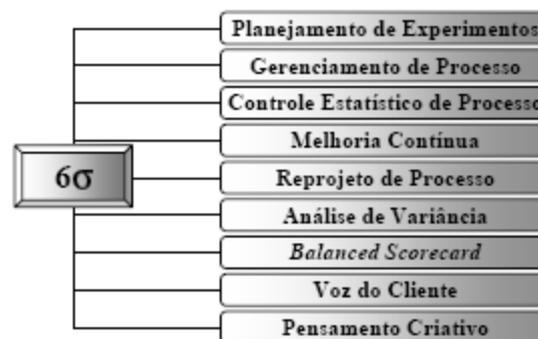
Os resultados alcançados com o programa Seis Sigma estimularam vários estudos sobre o tema. Para McCarthy e Stauffer (2001), o seis sigma é a mais poderosa força para corporações que precisam mudar suas operações e seus processos de desenvolvimento de produtos e serviços. Empresas como a General Electric, Motorola e Ford investiram, aproximadamente, 100 milhões de dólares em projetos Seis sigma, com expectativas de receber bilhões de dólares em contrapartida. A ênfase do Seis Sigma está nos resultados financeiros e na possibilidade de eliminação de produtos e processos defeituosos. Segundo McCarthy e Stauffer (2001), acabaram-se os dias da qualidade a qualquer custo. Atualmente, os programas de qualidade precisam trazer resultados mensuráveis.

Lobos (1991), na tentativa de definir “zero defeito”, ou como prefere “zero erro”, descreve a importância da qualidade para empresas que possuem produtos complexos, com agregação de vários componentes até formar o produto final. O autor cita o episódio da Motorola, quando antes da implantação do Seis Sigma, na produção de uma central telefônica, que possuía 1.200 componentes e uma tolerância de 2.700 componentes defeituosos em 1 milhão, o que equivale a 99,7% de produtos perfeitos, a combinação de componentes defeituosos e não-defeituosos se multiplicavam de tal forma que, no final das contas, num lote de 1.000 centrais telefônicas tinha-se 40 que acabavam rejeitadas. Lobos (1991) salienta que a disposição ao “zero erro” não é um compromisso com a utopia, mas com a perfeição possível, representa uma nova forma de raciocínio segundo a qual os ganhos de produtividade ou de qualidade só podem ser de natureza infinitesimal.

Existem algumas estratégias para se alcançar uma produção com “zero erro”. Pande et al. (2001) afirmam que há três estratégias na filosofia Seis Sigma. As estratégias são: i) estratégia de melhoria de processo; ii) estratégia de projeto/reprojeto de processo; e, iii) estratégia de gerenciamento de processo. A melhoria de processo refere-se à estratégia de desenvolver soluções com a finalidade de eliminar as causas-raiz dos problemas de desempenho de uma empresa, sem, no entanto, interferir na estrutura básica do processo. Na estratégia projeto/reprojeto de processo, o objetivo é

substituir uma parte ou todo o processo por um novo. Já na estratégia de gerenciamento de processo, as exigências do cliente são claras e regularmente atualizadas, os processos são documentados e gerenciados com medições em todas as suas etapas. Nesta última estratégia, os gerentes e associados também usam as medições e o conhecimento do processo para avaliar os seus desempenhos.

Pande et al. (2001) afirmam, também, que o Seis Sigma é um sistema que liga idéias, tendências e ferramentas desconexas nos negócios. No Seis Sigma, o foco no cliente torna-se a prioridade principal. As melhorias Seis Sigma são definidas pelo seu impacto sobre a satisfação e valores dos clientes. Existem muitas decisões de negócios que se baseiam em opiniões e suposições. A disciplina Seis Sigma começa esclarecendo que medidas são a chave para avaliar o desempenho dos negócios; depois, aplica-se dados e análises de modo a se construir um entendimento das variáveis-chaves e a otimizar resultados. A ilustração 1 resume alguns métodos importantes do programa Seis Sigma.



**Ilustração 1 - Métodos e Ferramentas Essenciais do Programa Seis Sigma**  
(Fonte: adaptado de PANDE; NEUMAN; CAVANAGH. (2001))

As indústrias de bens ou serviços têm sido cercadas por consultores de negócios focados na melhoria de processos. No entanto, apesar de muitas destas iniciativas terem alcançado efeitos positivos, nenhuma delas tem apresentado o potencial do Seis Sigma. Uma razão para isto é que, na maioria das iniciativas de qualidade, as pessoas na organização não enxergam a própria qualidade dos seus trabalhos. A qualidade de seus produtos, projeto de produtos e processos industriais simplesmente não levam em conta os aspectos financeiros do negócio e não relacionam as atividades do dia-a-dia com o aspecto financeiro total da companhia. Na iniciativa Seis Sigma do negócio, cada empregado é convocado e recebe treinamento para compreender e implementar a

metodologia, que acaba se abrangendo para um todo dentro da empresa, não focando para apenas um grupo. Todas as pessoas se sentem como parte integrante do processo, possibilitando uma maior chance de acerto e aplicabilidade.

Com a grande competitividade entre as empresas, para a sobrevivência no atual ambiente empresarial é necessária cada vez mais a redução de custos e excelência em produtos e serviços. Dessa forma, a redução nos custos de produção e a busca pela qualidade implicam diretamente na competitividade do produto diante de seus concorrentes.

Analisando o setor de bebidas, observa-se a oportunidade de aplicar e implantar a metodologia Seis Sigma auxiliados pelo uso das ferramentas da qualidade de forma a garantir a redução no consumo de filme contrátil e termo contrátil para envolvimento dos produtos e paletes.

Quando estamos em uma linha de produção, temos diversos fatores que contribuem para o desperdício de uma empresa, com a utilização da metodologia Seis Sigma se propõe a desenvolver um processo que tenha seus defeitos, falhas e erros reduzidos a próximo de zero, otimizando o processo de produção e agregando valor ao produto acabado.

Com redução de defeitos, falhas e erros, se têm a satisfação dos clientes, e clientes satisfeitos continuam comprando produtos. O cliente satisfeito com o produto, conta aos amigos o quão satisfeito ele ficou com o produto adquirido, com isso, traz para organização mais consumidores. O cliente insatisfeito normalmente conta para todos, mesmo estranhos, o tamanho da sua insatisfação, denegrindo a imagem da empresa junto ao mercado, gerando a desconfiança dos consumidores com o produto a ser adquirido.

A metodologia Seis Sigma vem se difundindo por muitas organizações do ramo de bebidas, buscando alavancar a competitividade no nicho do mercado de atuação, isso alavancado pela utilização dos Seis Sigma. Uma organização que utiliza a metodologia Seis Sigma com eficiência ganha um fator a mais para contribuir no diferencial do seu produto no mercado.

O Seis Sigma inclui duas principais metodologias; DMAIC e DMADV. DMAIC é utilizado para um processo já existente, como é o caso do trabalho proposto.

De forma específica, busca-se a implantação dos conceitos da metodologia Seis Sigma a uma determinada linha que contribuem com os desperdícios de 18% na empresa (filme contrátil e termo contrátil), analisando o comportamento de seu processo, assim como, verificando a sua estabilidade e capacidade em atender às especificações de engenharia.

Metodologia de aplicação industrial da empresa, como é o caso da estratégia Seis Sigma, pretende-se evidenciar os ganhos que se pode obter a partir da inserção da metodologia na redução de defeitos, falhas e erros, em uma indústria de bebidas, atingindo assim a redução de custo.

## **2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA**

Na década de 80, a Motorola estava passando por uma crise onde estava sendo “engolida” por concorrentes japonesas.

Como muitas empresas daquela época, a Motorola não tinha um sistema de qualidade e sim vários. Em 1987, uma nova técnica surgiu no Setor de Comunicação da empresa, era o conceito em melhoria mais inovador chamado de Seis Sigma.

Desenvolvida com o objetivo de reduzir a taxa de perdas em seus produtos manufaturados. O desafio era buscar “desempenho livre de defeitos” e visava o aprimoramento da confiabilidade do produto final e a redução de desperdícios.

A metodologia ofereceu à Motorola uma maneira simples e consistente de acompanhar o desempenho e compará-la às exigências do cliente (a medida sigma) e uma meta ambiciosa de qualidade praticamente perfeita (O objetivo sigma). Com o sucesso da metodologia na Motorola, algumas empresas do mundo adotaram este novo conceito de qualidade. A Kodak, AlliedSignal, ABB (Asea Brown Boveri), Sony, General Eletronic e 3M são algumas das que vem obtendo ganhos expressivos tanto na qualidade de seus produtos quanto ganhos financeiros. Desde então o Seis Sigma tornou a ferramenta de negócio, focada na implementação, mais poderosa para empresas em todo mundo.

A história da metodologia Seis Sigma teve início na Motorola, quando o presidente, Bob Garvin, ciente que a sobrevivência da organização estava ameaçada, por problemas de ineficiência interna de qualidade e lucratividade, comuns à maioria das empresas, e ao analisar os resultados alcançados pela empresa HP após 10 anos de esforços em ações de melhorias, principalmente com o programa de melhoramento “10X” solicita a seus colaboradores, que busquem metodologias para implementar melhorias, suprimindo gastos e melhorando os processos (WATSON, 2000). O engenheiro Bill Smith, responsável pela pesquisa da vida útil de um determinado produto e pela coleta de informações sobre a frequência com que era reparado durante o processo de fabricação, em 1985 apresentou um trabalho concluindo que, se os defeitos fossem detectados e corrigidos durante o processo de fabricação, seria estatisticamente improvável que novos erros surgissem nos testes finais do produto (MARSHALL JÚNIOR, 2004).

A variabilidade deve ser encarada como um problema a ser reduzido continuamente. Todos os produtos e serviços que consumimos hoje são frutos de uma tecnologia cada vez mais sofisticada e que exige, para sua fabricação, o uso de faixas cada vez menores de tolerância de seus componentes. Quanto menor for a variabilidade dos processos que produzem estes bens e serviços, menor o número de falhas, de retrabalhos, tempo de ciclo de produção, enfim, um custo menor e uma qualidade melhor. A forma de medir a variabilidade é utilizar o conceito estatístico de variação que é representado pela letra grega Sigma.

Conforme Rotondaro et al. (2002), as técnicas e ferramentas adotadas pela metodologia são em sua maioria as mesmas que têm sido utilizadas pelos sistemas da qualidade conhecidos, porém a estrutura Seis Sigma tem um efeito de potencializar os resultados obtidos e algumas ferramentas básicas da qualidade que podem ser utilizadas para a análise preliminar do processo, que se usa ao iniciar a análise das causas de variação óbvias ou potenciais, são: Diagrama de Pareto, Diagrama de causa e efeito, Histograma, Box-Plot, FMEA. Sendo rigorosa, utiliza-se ferramentas e métodos estatísticos de maneira integrada às fases do DMAIC, que se transformam em um método sistemático, disciplinado, baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas para se atingir os resultados almejados pela organização. Para definir os problemas e situações a melhorar, medir para obter a informação e os dados, analisar a informação coletada, incorporar e empreender melhorias nos processos e, finalmente, controlar os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas, o que por sua vez gerará um ciclo de melhoria contínua.

Para Blauth (2003), a estratégia Seis Sigma é uma extensão dos conceitos da Qualidade Total com foco na melhoria contínua dos processos, iniciando por aqueles que atingem diretamente o cliente. A estratégia Seis Sigma não é uma proposta inovadora. Ela aproveita todas as iniciativas de qualidade que estão em andamento ou que já foram implantadas na instituição, harmonizando-as e estabelecendo metas desafiadoras de redução de desperdício.

É inegável o fato de que, conforme relata Oakland (1994), a qualidade precisa ser administrada – ela não acontece sozinha. Ela deve envolver cada pessoa que atua no processo e ser aplicada em toda a organização. Neste contexto há de se observar

também que na maioria das organizações existe uma cadeia da qualidade entre clientes e fornecedores passível de ser quebrada em qualquer ponto por algo ou alguém que não esteja atendendo aos requisitos do cliente interno ou externo.

## **2.1 A estratégia Seis Sigma**

Definir claramente o que seja a estratégia Seis Sigma pode tornar-se uma tarefa extensa se for feita uma análise da literatura sobre o assunto, visto o grande rol de definições que podem ser encontradas. Conforme relata Perez-Wilson (1998), Seis Sigma são muitas coisas: uma estatística, uma medida, uma estratégia, um objetivo, uma visão, um benchmark e uma filosofia.

Todavia, o autor não concorda com outros autores que a tratam como metodologia uma vez que o Seis Sigma é um fim e não um meio.

Já segundo Pande (2002), o Seis Sigma pode parecer mais uma “resposta nova em folha”, mas, pode-se observar uma diferença: o Seis Sigma não é mais um modismo do mundo dos negócios e sim, um sistema flexível para a liderança e desempenho de negócios melhores. Contudo, mesmo sendo utilizado o termo metodologia oriundo da bibliografia, a sua leitura torna perceptível que Seis Sigma é empregado sempre como uma estratégia e não exatamente como uma metodologia. Porém, cabe ressaltar que quando se fala da estratégia, segundo Rotondaro (2002), não se trata de mais um programa para cortar ou reduzir custos ou cálculos estatísticos que ninguém entende. Segundo o autor, Seis Sigma é uma filosofia de trabalho para alcançar, maximizar e manter o sucesso comercial, por meio da compreensão das necessidades do cliente.

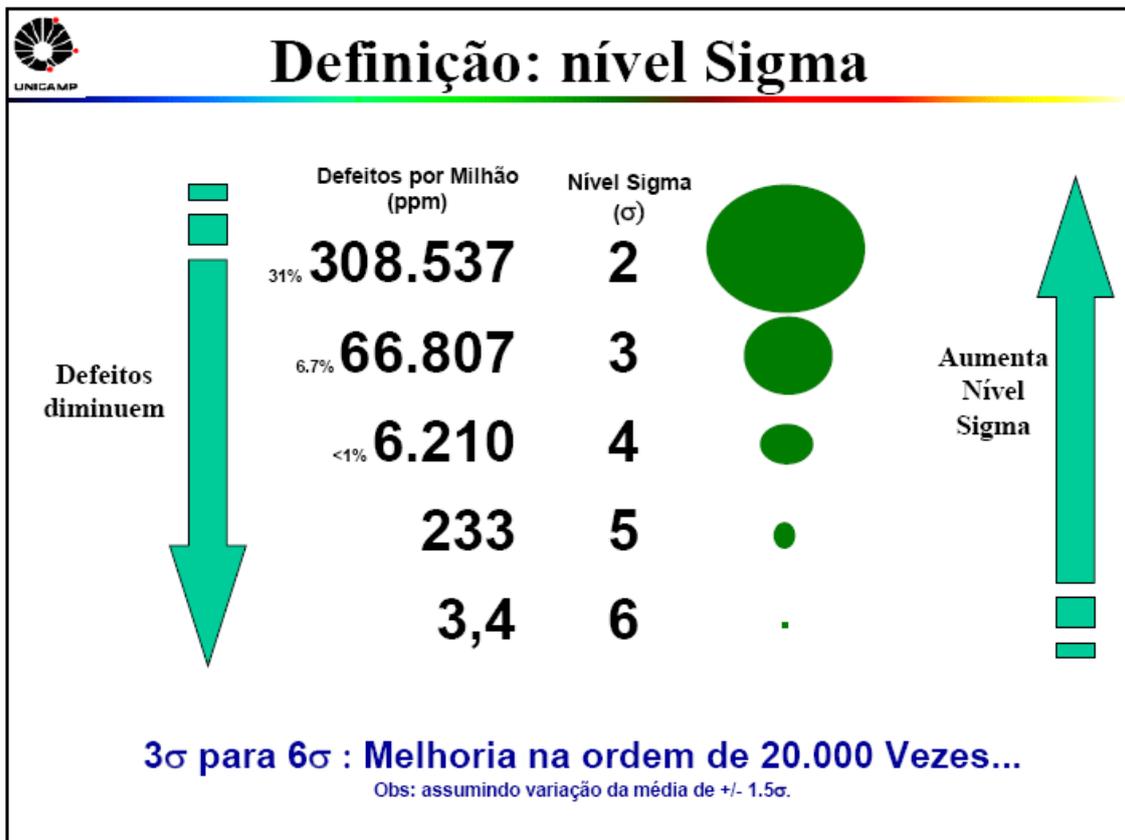
A metodologia Seis Sigma tem a finalidade de melhorar os processos, reduzindo variabilidade. A variabilidade é tratada como se fosse uma falha intrínseca ao processo, e desta forma, através de projetos de melhoria contínua e sustentável, se objetiva reduzi-la a níveis baixíssimos, visto que não existe processo sem variação (RATH & STRONG, 2001).

Na prática, segundo a General Electric – GE (2003), empresa onde a metodologia está fortemente implantada, Seis Sigma é um processo altamente disciplinado que ajuda a focalizar o desenvolvimento e a entrega de produtos e serviços “quase perfeitos”.

Conforme relata Pande (2002) o Seis Sigma se baseia em muitas das idéias de gestão e melhores práticas do século passado, criando uma nova fórmula para o sucesso dos negócios no século XXI. O autor coloca ainda: “Não se trata de teoria, mas de ação”.

Seis Sigma pode ser considerada então, como uma estratégia gerencial de mudanças e enfoca principalmente a variação do resultado a que o consumidor tem acesso, dessa forma, tem a característica de ser uma ferramenta mais quantitativa de avaliar os resultados de um processo e a sua qualidade por meio da medição do valor da variação encontrado no resultado do processo. O que o diferencia de outros programas de melhoria da qualidade é a ênfase na tomada de decisões baseadas em dados e fatos e não nas experiências individuais.

Segundo Rath & Strong (2001), uma comparação entre uma visão clássica da Qualidade e uma visão Seis Sigma apresenta uma gigantesca diferença entre níveis de aceitação do que é qualidade. Na visão Clássica, um processo extremamente otimizado atinge 99% de eficiência, enquanto para uma visão Seis Sigma, um processo só é considerado adequado quando a eficiência deste atinge 99,99966%. A ilustração 2, baseada em Rath & Strong (2001) mostra os níveis de erro considerando uma variação natural na média dos processos contínuos ao longo do tempo em até 1,5 sigma. Portanto, é usual que a estimativa de números de defeitos esperados seja feita considerando-se o processo deslocado em até 1,5 sigma ( $6 - 1,5 = 4,5$  sigma), pois se avalia a pior condição. Sendo assim, um processo 6 sigma, ao longo do tempo permitiria 3,4 defeitos em 1 milhão de oportunidades.



**Ilustração 2 - Os níveis de Defeitos para os devidos Níveis Sigma**  
(Fonte: RATH & STRONG, 2001).

Segundo Rotondaro et al. (2002), os resultados das empresas que adotaram a metodologia Seis Sigma, aumentaram e melhoraram os resultados de uma forma muito mais significativa, pois na maioria das iniciativas de qualidade, as pessoas na organização não enxergam a própria qualidade de seus trabalhos, sendo a qualidade de seus produtos, projeto de produtos e processos industriais simplesmente não considera os aspectos financeiros do negócio e não relaciona as atividades do dia-a-dia com o aspecto financeiro total da companhia.

## 2.2 Métricas Seis Sigma

As métricas ou o foco dos projetos Seis Sigma nunca são os resultados financeiros, porém aplicando-se a metodologia sempre se tem retorno sobre o investimento como consequência. Segundo Einset (2002), estima-se que a média das indústrias opera em um nível de qualidade de 3 sigma, e que isso custa em torno de 20% de seu faturamento em desperdícios como retrabalhos, inspeções, testes, perdas,

desgaste da imagem e por fim, até mesmo perda de clientes. Com a abordagem Seis Sigma esses gastos são minimizados.

A estimativa dos analistas de mercado é de que, em curto prazo, as indústrias de transformação que não estiverem com um nível de qualidade Seis Sigma estarão sem capacidade competitiva. Ter nível Seis Sigma significa operar em classe mundial. Rudisill (2004) sugere que as métricas mais comuns em um projeto Seis Sigma são:

- DPMO (Defeitos Por Milhão de Oportunidades): equação definida pelo número de defeitos vezes 1.000.000 dividido pelo número de unidades vezes número de oportunidades por unidade;
- Cpk: distância entre a média do processo e o mais próximo limite de especificação dividido por 3 sigma, onde sigma representa o desvio padrão do processo;
- COPQ (Cost of Poor Quality ou Custo da Baixa Qualidade): uma porcentagem das vendas; custos da qualidade baixa são aqueles associados com perdas ou desperdício, retrabalhos, testes de avaliação;
- Nível Sigma: número de desvio padrão, sigma, entre a média do processo e o mais próximo dos limites de especificação.

A Tabela 1, baseada no gráfico de Einset (2002), apresenta o impacto financeiro em relação aos diversos níveis sigma, considerando o processo descentralizado em 1,5 sigma. As implicações das falhas podem ser aplicadas a qualquer produto, processo ou serviço.

**Tabela 1 - A escala da qualidade**

Nível Sigma	Defeitos por milhão (DPMO)	Custo da Baixa Qualidade (% das vendas)
6 sigma	3,4	< 5
5 sigma	233	5 a 10
4 sigma	6.210	10 a 15
3 sigma	66.807	15 a 20
2 sigma	308.537	20 a 25
1 sigma	691.462	> 25

Fonte: EINS ET, 2002

Observa-se na tabela acima que a cada variação de 1 nível sigma aumenta em 5% o Custo da Baixa Qualidade (CBQ) uma vez que os defeitos vão agregando custo ao longo das fases do processo e potencializam o prejuízo conforme demora para serem detectados. O impacto nas vendas de um defeito descoberto internamente num teste de liberação é bem menor que o defeito descoberto no cliente (custos adicionais de frete, retrabalho, potencial problema gerado pelo defeito no processo do cliente, e finalmente, efeito irremediável na imagem da empresa perante o cliente).

O método padrão de se determinar o Defeito por Milhão de Oportunidades (DPMO = Defects Per Million Opportunities) é: utilizando os dados reais do processo contando quantos defeitos/oportunidades estão fora dos limites de especificação do cliente, e então colocar na escala de milhões de oportunidade (mais sensível que porcentagem).

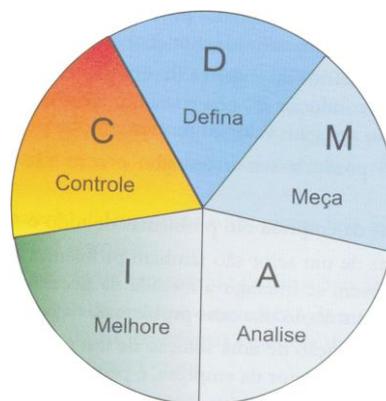
### **2.3 Seis Sigma aplicado**

“O Seis Sigma é uma medida de qualidade e eficiência, mas, além disso, é uma medida de excelência”. Por isso, para Perez-Wilson (1998) embarcar no programa Seis Sigma significa ter um foco comum na excelência em toda a organização. Para Pande (2002), diversos são os motivos que podem ser considerados quando a organização decide fazer a implantação da estratégia Seis Sigma em sua estrutura:

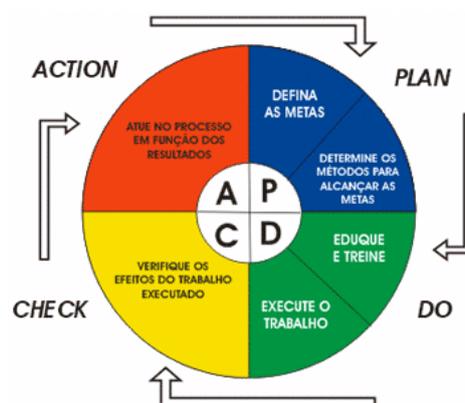
- O Seis Sigma gera o sucesso sustentado;

- Determina uma meta de desempenho para todos;
- Intensifica o valor para os clientes;
- Acelera a taxa de melhoria;
- Promove aprendizagem e polinização cruzada;
- Executa mudanças estratégicas.

Segundo Rotondaro (2002), Seis Sigma é uma metodologia rigorosa que utiliza ferramentas e métodos estatísticos para definir, medir, analisar, incorporar e controlar os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas e que gerará um ciclo de melhoria contínua, conforme mostra a Figura 3.



**Ilustração 3 - Método DMAIC de Controle de Processo**  
(Fonte: AGUIAR, 2002)



**Ilustração 4 - Ciclo PDCA - Método de Controle de Processo**  
(Fonte: CAMPOS, 1996)

Muitos modelos de melhorias têm como referência o ciclo do PDCA (Plan-Do-Check-Act.) figura 4, originalmente concebido por Deming. A filosofia desse ciclo é sua aplicação contínua, ou seja, a última etapa de um ciclo determina o início de um

novo ciclo. Na estratégia Seis Sigma o ciclo DMAIC tem as mesmas características. Esse ciclo é formado pelas seguintes etapas:

D – Define – Definição dos objetivos da atividade de melhoria. É a parte do projeto onde o grupo tem que definir o motivo pelo qual o projeto será levado adiante;

M – Measure – Medição do sistema existente. Servirá para dar a visão de como está o processo e indicar pontos de oportunidade de melhoria, funciona como um mapeamento do processo, que tem impacto direto nas características críticas da qualidade do cliente e determinar a sua capacidade de gerar produtos que as atendam (capabilidade);

A – Analyse – Análise do sistema medido. É a fase onde se analisa o processo atual com base nas medições realizadas.

I – Improve – Melhoria do sistema. Diversas ferramentas são utilizadas nesta fase com a finalidade de atacar os pontos de oportunidade de melhoria detectados e assim, tornar o processo mais eficiente;

C – Control – Controle do novo sistema. A fase de controle é muito importante para que o DMAIC seja visto como um ciclo, o que torna possível a sua continuidade, uma vez que ao alcançar esta fase a melhoria do processo já está instalada. A fase de controle é importante para que se possa assegurar que os ganhos de qualidade e produtividade obtidos se perpetuem ao longo do tempo.

A ferramenta DMAIC, esta sim, uma metodologia é reconhecida em todo o mundo como o meio de se estruturar os projetos de melhoria na busca do padrão Seis Sigma. As empresas têm utilizado esta ferramenta como a principal estrutura para que o CEP (Controle Estatístico do Processo) determine os pontos de oportunidade de melhoria nos processos estudados e possibilitem a aplicação da estratégia com a finalidade de elevar o nível Sigma.

## 2.4 Seis Sigma

Segundo Pande, Neuman, Cavanagh (2001) o Seis Sigma conta com duas metodologias de máxima eficiência que são DFSS (Design For Six Sigma) que é utilizado quando precisamos desenvolver um produto ou processo novo ou adaptar um produto que foi fabricado em outro país para as necessidades do novo mercado. A segunda metodologia é a DMAIC, que esta dividida em cinco fases ou estágios básicos para se obter o desempenho Seis Sigma em um processo, divisão ou empresa. Essas cinco fases são conhecidas como: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyse* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar).

Na fase *Define* (Definir), são identificados os projetos Seis Sigma que serão desenvolvidos na empresa, com o objetivo primeiro de satisfazer as expectativas dos clientes em termos de qualidade, preço e prazo de entrega. A habilidade da organização em atender a essa expectativa está intimamente ligada à variação de seus processos (referindo-se a qualquer tipo de processo, abrangendo tanto os administrativos, como os de serviços, vendas e manufatura). A variação de processos tem um impacto direto nos resultados financeiros da empresa em termos de custo, tempo de ciclo e número de defeitos, falhas e erros que afetam a satisfação do cliente. A identificação de projetos Seis Sigma permite à organização reconhecer como os seus processos afetam sua lucratividade, e permite definir quais desses processos são críticos para o negócio da empresa.

A fase *Measure* (Medir) abrange ações relacionadas à mensuração do desempenho de processos e à quantificação da variabilidade dos mesmos. Através de consenso entre os integrantes da equipe Seis Sigma da empresa, são identificadas as "Variáveis de Entrada de Processos-Chave" (KPIVs) e as "Variáveis de Saída de Processos-Chave" (KPOVs). Nessa fase, são utilizadas ferramentas básicas como, por exemplo: as métricas Seis Sigma, a Análise de Sistemas de Medição (MSA), a Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA) e o Desdobramento da Função Qualidade (QFD).

Na fase *Analyse* (Analisar), são analisados os dados relativos aos processos estudados, com o objetivo principal de se conhecer as relações causais e as fontes de variabilidade e de desempenho insatisfatório de tais processos, visando a melhoria dos

mesmos. Nessa fase, as ferramentas utilizadas incluem: visualização de dados, testes de hipótese, análise de correlação e regressão e análise de variância.

A fase *Improve* (Melhorar) consiste, fundamentalmente, no desenvolvimento de Projetos de Experimentos (DOE), com o objetivo de se conhecer a fundo cada processo, através da mudança estrutural de níveis de operação de diversos fatores, simultaneamente, do processo em estudo. A informação obtida com o DOE auxilia a identificar o ajuste das variáveis-chave para modificar e otimizar o referido processo.

Na fase *Control* (Controlar), são implementados diversos mecanismos para monitorar continuamente o desempenho de cada processo. Entre as técnicas adotadas, destacam-se as seguintes: Cartas de Controle (*Target Chart*, *Nominal Chart*, *Z Chart*, *CUSUM Chart*), Planos de Controle, Testes de Confiabilidade e Processos à Prova de Erros.



**Ilustração 5 - O Processo DMAIC - Efeito Funil**  
(Fonte: Intranet da 3M do Brasil)

O programa Seis Sigma incorporou muitos conceitos a partir de outras metodologias para melhoria da qualidade, tais como: gerenciamento de processo, controle estatístico de processo (CEP), manufatura enxuta, simulação, benchmarking e de experimentos. Conseqüentemente, emprega os conhecimentos do campo da Engenharia de Produção em larga escala. Entretanto, apresenta algumas peculiaridades próprias também:

- integra as diversas ferramentas para a melhoria da qualidade em uma forma lógica e completa para aplicação. Nada é de uso obrigatório, já que reconhece que para cada situação existe uma ferramenta que é mais adequada;
- pode ser aplicada por toda a empresa, em todos os tipos de processo: Manufatura, Finanças, RH, Vendas, Contabilidade, Jurídico, etc. Todos medem o desempenho de seus processos utilizando as mesmas métricas, facilitando, dessa forma, a disseminação e o entendimento da metodologia por parte do pessoal;
- treina especialistas intensivamente por toda a empresa, não só na área de manufatura, mas, também, na área transacional. Os especialistas se dedicam em tempo integral a liderar equipes e conseguir melhorias, juntamente com pessoas que nelas participam;
- dá ênfase à aplicação do raciocínio estatístico, ao invés do simples uso de ferramentas estatísticas. O uso intensivo de softwares faz com que todos aprendam a analisar dados sobre os seus processos sem a necessidade de depender de especialistas;
- define uma estrutura interna à empresa (patrocinadores, campeões, master e black belts, green belts) que assegura a continuidade dos projetos de melhoria e ganhos de produtividade;
- torna a filosofia de melhoria contínua das operações parte da cultura e um novo modo de gerenciar a empresa.

### **3 METODOLOGIA**

No desenvolvimento deste trabalho foi utilizada uma pesquisa exploratória a fim de investigar os benefícios do programa Seis Sigma em relação a duas etapas do processo de fabricação de refrigerantes. Segundo Gil (2002), este método de pesquisa é utilizado para investigar e proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca do problema proposto. Foram usados para este fim: i) dados primários extraídos junto a uma fábrica de refrigerantes de grande porte e, ii) dados secundários extraídos da internet, pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. Todos os dados são referentes ao ano de 2008.

#### **3.2 Etapas da pesquisa**

A seguir serão descritas as etapas seguidas para a realização da pesquisa, apresentando o planejamento do trabalho realizado de acordo com o método do estudo de caso.

##### **3.2.1 Delimitações do caso**

Inicialmente foi realizada uma análise para a solução do problema, ficando definido que o estudo estaria limitado ao processo de aplicação de filme contrátil e termo contrátil, especificamente duas das matérias-primas com maior influência em índices de retrabalhos.

##### **3.2.2 Coleta de dados**

Esta etapa consiste no resgate de informações acumuladas ao longo da história do produto na empresa, assim como informações emitidas pelo cliente sobre os problemas ocorridos na utilização do produto e também registros de acionamento do departamento técnico para ocorrências no campo.

Além disso, será elaborada uma coleta de dados direcionada para identificar as causas geradoras do problema, usando-se das ferramentas da qualidade.

O processo de medição foi quantificado em kilo grama, utilizando balanças calibradas e certificadas junto a Rede Brasileira de Calibração (RBC), para que se tenha uma confiabilidade nos valores obtidos. Utilizou-se um medidor de espessura para verificação da micragem do material recebido, já que a mesma influência na gramatura do material.

## 4 ESTUDO DE CASO

A Empresa objeto do estudo situa-se na cidade de Maringá, região noroeste do estado do Paraná, atendendo clientes em todo o estado do Paraná e Rio Grande do Sul. A sua atividade industrial é a fabricação de bebidas carbonatadas e não-carbonatadas, possuindo um *mix* de cerca de 35 produtos.

O estudo realizado na Indústria iniciou-se em meados do mês de janeiro de 2008, quando através de análises dos índices de crescimento da empresa aliado com as metas definidas para médio e longo prazo, verificou-se a oportunidade em implantar um processo de gestão pela qualidade, no sentido de assinalar os problemas que eventualmente estivessem ocorrendo, propor melhorias no processo e capacitar a empresa à implantação de processos de gestão pela qualidade total, assim como desenvolver uma estrutura capaz de suportar o crescimento das vendas e a grande competitividade de mercado. Para que se atinja os resultados esperados, deve-se ter os seguintes elementos durante a implementação.

- Compromisso e envolvimento da alta gerência
- Liderança gerencial
- Abordagem de equipe
- Treinamento constante em todos os níveis
- Ênfase na redução da variabilidade
- Avaliação do sucesso em termos quantitativos (econômicos)
- Utilizar um mecanismo eficiente de divulgação dos resultados do programa

Dessa forma, o compromisso, apoio e envolvimento da alta gerência com o processo de melhoria da qualidade é o componente mais vital para o sucesso potencial do programa Seis Sigma.

Outro ponto fundamental no sucesso do projeto é de que os resultados são a longo e médio prazo, no entanto, observam-se rapidamente as mudanças e evoluções da organização durante a implantação dos conceitos.

#### 4.1 Situação da empresa

Através da análise da situação atual da empresa identificou-se a necessidade de ministrar treinamentos de forma a desenvolver na equipe interna os conceitos da qualidade, assim como sua importância para os objetivos da empresa e para o desenvolvimento pessoal de cada colaborador, a fim de ambientar e preparar os operários para as mudanças propostas. Os treinamentos foram desenvolvidos através de mini-cursos e reuniões técnicas realizadas durante o horário de trabalho. A tabela 2 indica os principais treinamentos realizados na empresa.

**Tabela 2 - Treinamentos realizados sobre metodologia Seis Sigma**

<b>Módulo</b>	<b>Público Alvo</b>	<b>Carga Horária</b>
História da Metodologia	Toda empresa	5 horas
O que é DMAIC	Toda empresa	2 horas
O foco da metodologia	Toda empresa	3 horas
Resultados em outras empresas	Toda empresa	4 horas
Equipes de implementação	Gerência, supervisão e produção.	10 horas
5'S	Toda empresa	5 horas

**Fonte: Próprio autor**

Além dos treinamentos ministrados na empresa, outros cursos externos foram oferecidos aos colaboradores como Análise e Melhoria de Processos, Produtividade Industrial e Utilização dos Instrumentos de Medição. O total de horas de treinamento interno sobre o programa totalizou 29 horas, com suas atividades descritas no anexo IX.

#### 4.2 Resultados atuais

Para obter-se uma visão da empresa pré-implantação do programa, foram levantados os dados da atual situação da empresa, os quais demonstram o perfil do consumo das matérias-primas analisadas no estudo proposto.

Para comparação de resultados, os valores ideais de utilização foram propostos pelos seus respectivos fornecedores, os quais informaram os valores reais de consumos em escala industrial, testados e comprovados.

**Tabela 3 - Consumo de filme shrink 42 - Janeiro a Maio 2008**

		Consumo			
Mês	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	52.601	1.578	1.801	223	14,13%
Fevereiro	42.898	1.287	1.440	153	11,89%
Março	287.875	8.636	9.630	994	11,51%
Abril	85.249	2.557	2.885	328	12,81%
Maio	110.899	3.327	3.560	233	7,00%

**Fonte: Próprio autor**

A tabela 3 representa o consumo de filme shrink 42 que foi analisado de janeiro a maio de 2008, considerando as reais produções dos respectivos meses. Este filme é aplicado em produtos com volumes de 2 litros, utilizado apenas em um das linhas de produção, respectivamente na linha 02, a qual utiliza uma empacotadora com pista simples modelo, ZVT.

**Tabela 4 - Consumo de filme shrink 48 - Janeiro a Maio 2008**

		Consumo			
Mês	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	49.086	2.346	2.656	310	13,20%
Fevereiro	151.847	7.258	8.221	963	13,26%
Março	151.695	7.251	7.977	726	10,01%
Abril	94.392	4.512	5.053	541	11,98%
Maio	83.385	3.986	4.336	350	8,79%

**Fonte: Próprio autor**

Filme 48 foi analisado quando utilizado em produtos 2,5 litros, os quais são produzidos na empacotadora ZVT. Conforme demonstrado na tabela 4, pode-se avaliar o desempenho do processo de janeiro a maio de 2008.

**Tabela 5 - Consumo de filme shrink 62 - Janeiro a Maio 2008**

		Consumo			
Mês	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	469.172	5.724	7.190	1.466	25,61%
Fevereiro	481.994	5.880	7.294	1.414	24,04%
Março	342.869	4.183	5.240	1.057	25,27%
Abril	480.388	5.861	7.205	1.344	22,94%
Maio	362.581	4.423	5.250	827	18,68%

Fonte: Próprio autor

Tem-se a tabela 5 para o consumo do filme 62, o qual é utilizado em todos os produtos abaixo de 600 ml, os mesmos são produzidos na empacotadora ZVT, com uma adaptação para pista dupla de entrada.

**Tabela 6 - Consumo de filme shrink 82 - Janeiro a Maio 2008**

		Consumo			
Meses	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	737.138	19.166	19.990	824	4,30%
Fevereiro	704.481	18.317	19.140	823	4,50%
Março	651.538	16.940	17.650	710	4,19%
Abril	636.502	16.549	17.280	731	4,42%
Maio	437.335	11.371	11.730	359	3,16%

Fonte: Próprio autor

Filme 82 é utilizado para produtos 2 litros, impreterivelmente na empacotadora da linha 03, a qual trabalha com pista dupla de entrada e de saída, utilizando uma máquina PACKMATIC. A tabela 6 apresenta o percentual de perdas de filme no período de 5 meses.

**Tabela 7 - Consumo de filme stretch - Janeiro a Maio 2008**

		Consumo			
Meses	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	737.138	19.166	19.990	824	4,30%
Fevereiro	704.481	18.317	19.140	823	4,50%
Março	651.538	16.940	17.650	710	4,19%
Abril	636.502	16.549	17.280	731	4,42%
Maio	437.335	11.371	11.730	359	3,16%

Fonte: Próprio autor

O consumo de filme stretch foi analisado na envolvedora da linha 03, a qual trabalha com um máquina modelo SANMARTIN. O filme é utilizado em duas envolvedora com mesmas características, assim a análise procedeu apenas em uma das máquinas. Os dados da tabela 7 demonstram o consumo de filme stretch, seus percentuais de perdas, e a produtividade da linha no período de janeiro a maio de 2008.

Como demonstrado nas tabelas acima, evidência um grande índice de desperdícios de filme stretch e shrink, ocasionado por retrabalho, tais como quedas no estoque, perdas de transporte, problemas com temperatura de forno, má estocagem, entre outros. Com a implementação da metodologia Seis Sigma deseja-se atingir o nível 6, para que se possa melhorar e atingir as reais necessidades dos clientes, agregando valor ao produto e obtendo um ganho financeiro, paralelo a redução de desperdícios.

#### **4.3 Resultados pós-implementação**

Para a implementação foram realizados treinamentos com a equipe de processo com o corpo administrativo e gerencial de todos os setores do processo produtivo. A metodologia Seis Sigma foi utilizada a partir do mês de maio de 2008, observou-se uma melhoria nos índices de refugos de produtos acabados. Os resultados são apresentados nas tabelas (8, 9,10, 11 e 12), e demonstrados nos anexos (01, 02, 03, 04 e 05). Os anexos apresentam as ilustrações do demonstrativo pós-implementação, comparando com a situação inicial de janeiro a maio de 2008.

**Tabela 8 - Consumo de Filme 42 de Janeiro à Agosto de 2008**

		Consumo			
Mês	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	52.601	1.578	1.801	223	14,13%
Fevereiro	42.898	1.287	1.440	153	11,89%
Março	287.875	8.636	9.630	994	11,51%
Abril	85.249	2.557	2.885	328	12,81%
Maio	110.899	3.327	3.560	233	7,00%
Junho	320.548	9.616	10.098	482	5,01%
Julho	371.497	11.145	11.490	345	3,10%
Agosto	437.335	13.120	13.345	225	1,71%

Fonte: Próprio autor

A tabela 8 demonstra o ganho relativo em desempenho a partir da implementação da metodologia Seis Sigma. Pode-se notar que a partir do mês de maio, os índices de desperdícios apresentam um percentual de perdas descendentes.

Comparando-se o mês de abril com o mês de agosto de 2008, nota-se que foi obtido um ganho em 4 meses de 86,65 %, com um ganho de R\$ 8.350,89.

**Tabela 9 - Consumo de Filme 48 de Janeiro à Agosto de 2008**

		Consumo			
Mês	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	49.086	2.346	2.656	310	13,20%
Fevereiro	151.847	7.258	8.221	963	13,26%
Março	151.695	7.251	7.977	726	10,01%
Abril	94.392	4.512	5.053	541	11,98%
Maio	83.385	3.986	4.336	350	8,79%
Junho	163.590	7.820	8.437	617	7,89%
Julho	170.980	8.173	8.581	409	5,00%
Agosto	188.980	9.033	9.303	270	2,99%

Fonte: Próprio autor

Para a tabela 9 temos os resultados obtidos com filme shrink 48 após a implementação da metodologia. A tabela 9 expõe um índice de redução de desperdícios de 75,04 %, evidenciando um ganho de R\$ 9.263,68.

**Tabela 10 - Consumo de Filme 62 de Janeiro à Agosto de 2008**

Mês	Produção (cx física)	Consumo		Diferença de Consumo	% perda
		Ideal	Utilizado		
Janeiro	469.172	5.724	7.190	1.466	25,61%
Fevereiro	481.994	5.880	7.294	1.414	24,04%
Março	342.869	4.183	5.240	1.057	25,27%
Abril	480.388	5.861	7.205	1.344	22,94%
Maio	362.581	4.423	5.250	827	18,68%
Junho	490245	5.981	6470	489	8,18%
Julho	557907	6.806	7120	314	4,61%
Agosto	601570	7.339	7490	151	2,06%

**Fonte: Próprio autor**

Para consumo de filme shrink 62, temos um índice de minimização de desperdícios apresentado pela tabela 10 que representa 91,02 %, obtendo um benefício de R\$ 12.157, 99, um valor expressivo obtido em apenas 4 meses de utilização da metodologia.

Tabela 11 - Consumo de Filme 82 de Janeiro à Agosto de 2008

		Consumo			
Meses	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	737.138	19.166	19.990	824	4,30%
Fevereiro	704.481	18.317	19.140	823	4,50%
Março	651.538	16.940	17.650	710	4,19%
Abril	636.502	16.549	17.280	731	4,42%
Maio	437.335	11.371	11.730	359	3,16%
Junho	540.901	14.063	14.480	417	2,96%
Julho	598.050	15.549	15.870	321	2,06%
Agosto	639.750	16.634	16.930	297	1,78%

Fonte: Próprio autor

O percentual de ganho com relação aos índices de desperdícios para filme shrink 82 é expresso na tabela 11, onde se obteve um ganho nos índices em 59,72 %, fornecendo um ganho de capital de R\$ 6.243, 72.

Tabela 12 - Consumo de Filme Stretch de Janeiro à Agosto de 2008

		Consumo			
Mês	Produção (cx física)	Ideal	Utilizado	Diferença de Consumo	% perda
Janeiro	396.944	2.108	2.740	632	30,00%
Fevereiro	362.177	1.923	2.481	558	29,00%
Março	352.125	1.870	2.365	495	26,50%
Abril	373.625	1.984	2.556	572	28,85%
Maio	145.860	775	870	96	12,34%
Junho	505.711	2.685	2.976	291	10,82%
Julho	597.381	3.172	3.380	208	6,55%
Agosto	905.768	4.810	4.990	180	3,75%

Fonte: Próprio autor

O filme stretch foi analisado em apenas uma linha do processo produtiva, os resultados após a implementação da metodologia foram satisfatórios. Como expõe a tabela 12, os índices de redução giram em torno de 87,00 %, expressando um ganho de R\$ 6.742,50.

Os resultados nas tabelas (8, 9, 10, 11 e 12) demonstram uma ganho relativo aos índices anteriores a implementação do programa, os quais foram obtidos com a implementação da metodologia Seis Sigma. Os ganhos foram obtidos mês a mês, os quais tiveram seus índices reduzidos gradativamente.

Para que os resultados obtidos sejam mantidos, foi necessário a formulação de cartas de controle e um diagrama de bordo, para que se pudesse controlar a qualidade, percentual de estiramento, micragem, condições do material, temperatura de estocagem.

As cartas de controle estão dispostas em cada equipamento para que possa ser atualizada pelos respectivos operadores de cada equipamento, relatando condições gerais dos filme, condições ambientais, entre outros como demonstrado no anexo VI, VII e VIII.

As etapas do processo de implementação da metodologia Seis Sigma, foi baseado conforme demonstrado na tabela 13, para que pudesse nortear os principais pontos a serem trabalhados e organizar a forma de implementação da metodologia.

O método DMAIC do Seis Sigma, foi o principal fator para que se pudesse obter os resultados expostos, os quais devem ser mantidos para se atingir o nível 6 sigma do processo.

**Tabela 13 - Etapas de Análise e Identificação das Causas e Perdas de Filmes**

<b>D</b>	Definição do Projeto	Redução de 40 % das perdas de filme de maio a agosto
<b>M</b>	Medição da situação	Quantificação dos níveis de perdas
<b>A</b>	Análise e qualificação das causas das perdas	Ação sobre as principais (perdas de transporte, quedas de produtos, temperatura de empacotadora, problemas com o filme, entre outros).
<b>I</b>	Implementação de ações	Envolver todas as pessoas que compõem o processo
<b>C</b>	Estabelecer uma maneira de controlar todas as operações	Projetos futuros poderão ser otimizados para melhorar os índices

**Fonte: Próprio autor**

## 4 CONCLUSÕES

A qualidade é a chave para orientar qualquer empresa que tem como objetivo o crescimento de mercado e lucratividade, desde que considerada sob o ponto de vista dos clientes. A qualidade é o elemento que basicamente garante a sobrevivência da empresa.

Evidencia - se que a metodologia Seis Sigma se enquadra adequadamente a empresa, já que a mesma tem um elevado índice de retrabalhos e perdas de processo. Ao considerar a implantação e os resultados da metodologia Seis Sigma estudado neste trabalho, em que pese sua importância e necessidade ao atrelar a estratégia de ação organizacional, poderá solucionar problemas dos diversos produtos, processos e serviços da empresa, reduzindo a variabilidade de falhas até a obtenção da difícil meta de 3,4 defeitos por milhão, assumindo um papel preponderante na competitividade das organizações, pois no mercado globalizado, a correlação da competitividade com os níveis de defeitos tem aumentado, e aquelas empresas que tem desempenho inferior a 308, 537 defeitos por milhão (2sigma) não são consideradas competitivas, e dentre as que se encontram no grupo entre 3 e 4 sigma, observa-se por parte de muitas delas a busca parcial ou total das mudanças de processos de forma gradual ou radical, a fim de tornarem-se empresas mais competitivas, ou classe mundial, quando alcançam o desvio padrão igual a seis sigma.

Portanto, se for uma condição de sobrevivência no mercado em que atua, poderá ser estratégico para uma organização buscar diminuir a variabilidade de seus processos, quer sejam de manufatura ou transacionais, elevando-os a um nível tendendo a seis sigma, e para isso precisará romper paradigmas ou modelos ultrapassados, visto que todos os níveis hierárquicos a começar do mais elevado, necessariamente precisarão comprometer-se com a adoção e implementação desta metodologia para evitar o fracasso, precisarão estar dispostos a investir no treinamento na formação de especialistas, gerenciando adequadamente as mudanças culturais, que normalmente pressupõem resistências por parte das pessoas, além do fato que algumas empresas enfrentarão dificuldades com a existência de gargalos de ordem sistêmica a implementação do Seis Sigma no Brasil, como a baixa escolaridade da mão-de-obra em diversos setores da economia, pois a participação dos trabalhadores é imprescindível e o

treinamento necessário exige um nível de escolaridade adequado, o que dificultará a popularização desta metodologia no curto prazo.

Conclui-se que a metodologia Seis Sigma precisa de um suporte de diversas áreas, pois a mesma para que possa atingir um índice de desperdícios 3,4 ppm precisa de um processo contínuo, os resultados serão obtidos apenas em um longo prazo. O trabalho proposto obteve um excelente resultado, mais para que possa atingir o índice de 3,4 ppm, precisa que seja mantido por mais alguns meses, acompanhando a redução nos índices de desperdícios e retrabalhos.

## 5 REFERÊNCIAS

Até onde o Seis Sigma alcança... **Banas Qualidade**. São Paulo, Março, 2003.

BALESTRASSI, Pedro P. O Sistema de Medição. In: ROTONDARO, Roberto G. (Org) **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Editora Atlas, 2002. p. 81-134.

BLAUTH, R. **Seis Sigma uma Estratégia para Melhorar Resultados**. Revista FAE Business, n. 5, abr. 2003. Brasil, ano 7, n. 38, mai./jun. 2003.

CARVALHO, Marly M. Selecionando Projetos Seis Sigma. In: ROTONDARO, Roberto G. (Org) **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Editora Atlas, 2002. p. 49-79.

DAVIS, M. M.; AQUILANO N. J.; CHASE R. B. *Fundamentos da administração da*  
ECKES, G. **A revolução seis sigma**. São Paulo: Campus, 2001.

Einset, E., Marzano, J. Six Sigma Demystified. **Tooling & Production**, vol13, no.2, ,abr. 2002.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1992.

GIL, Antônio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, Edição 4ª, 2002.

HSM MANAGEMENT. Dossiê 6-sigma: a um passo da perfeição. São Paulo: HSM do

LOBOS, J. **Qualidade através das pessoas**. 9. ed. São Paulo: Instituto da Qualidade, 1991.

McCARTHY, B. M.; STAUFFER, R. Enhancing six sigma through simulation with igrafx process for six sigma. In: **Proceeding of the 2001 Winter Simulation Conference**, Phoenix, Arizona, 2001.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)**. São Paulo : Nobel, 1994.

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

PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma – compreendendo o conceito, as implicações e os desafios**. São Paulo: Qualitymark, 1998. *produção*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

RATH & STRONG (Org.). **Six Sigma Pocket Guide**, 2. ed. Lexington, 2001,

ROTONDARO, R. G. *et al.* **Seis Sigma, Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo, Atlas, 2002.

Rudisill, F., Druley, S. Which Six Sigma Metric Should I use?. *Quality Progress*, mar. 2004.

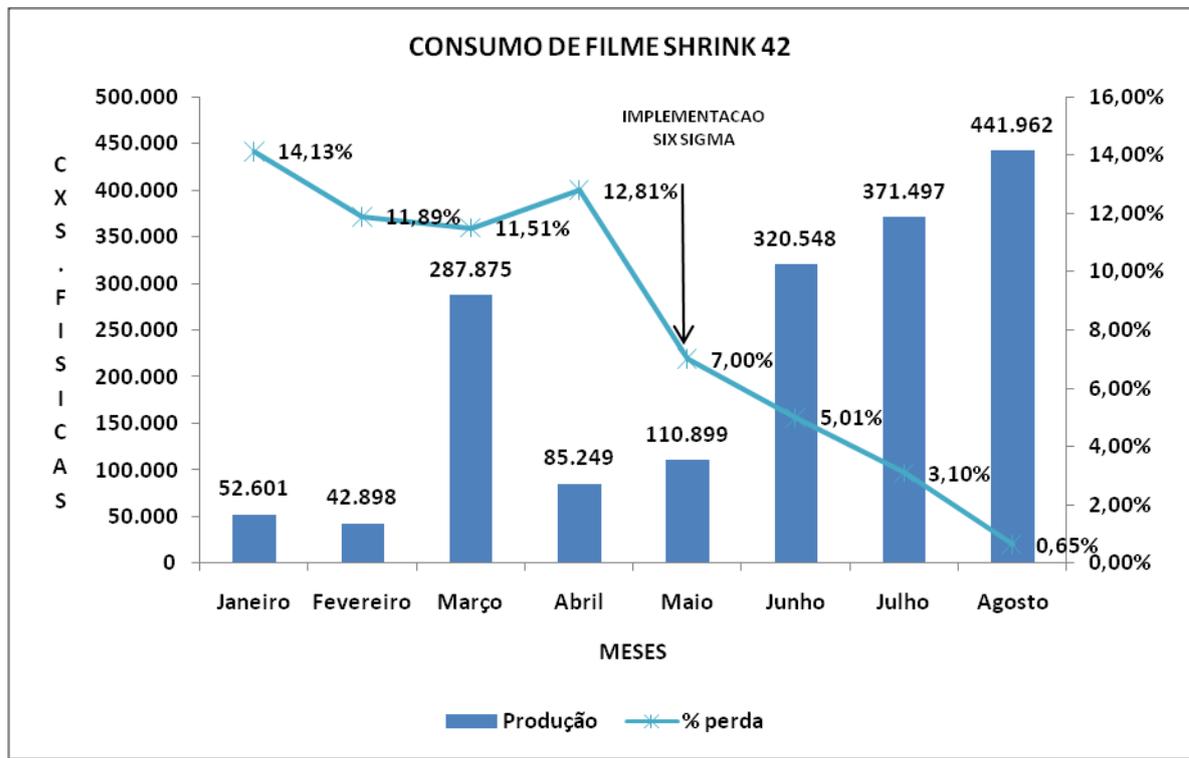
SLACK, Nigel, CHAMBERS, S., Robert J., **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

WATSON, G. H. Seis sigma na gestão dos negócios. **Banas Qualidade**, São Paulo, n.99, ago. 2000.

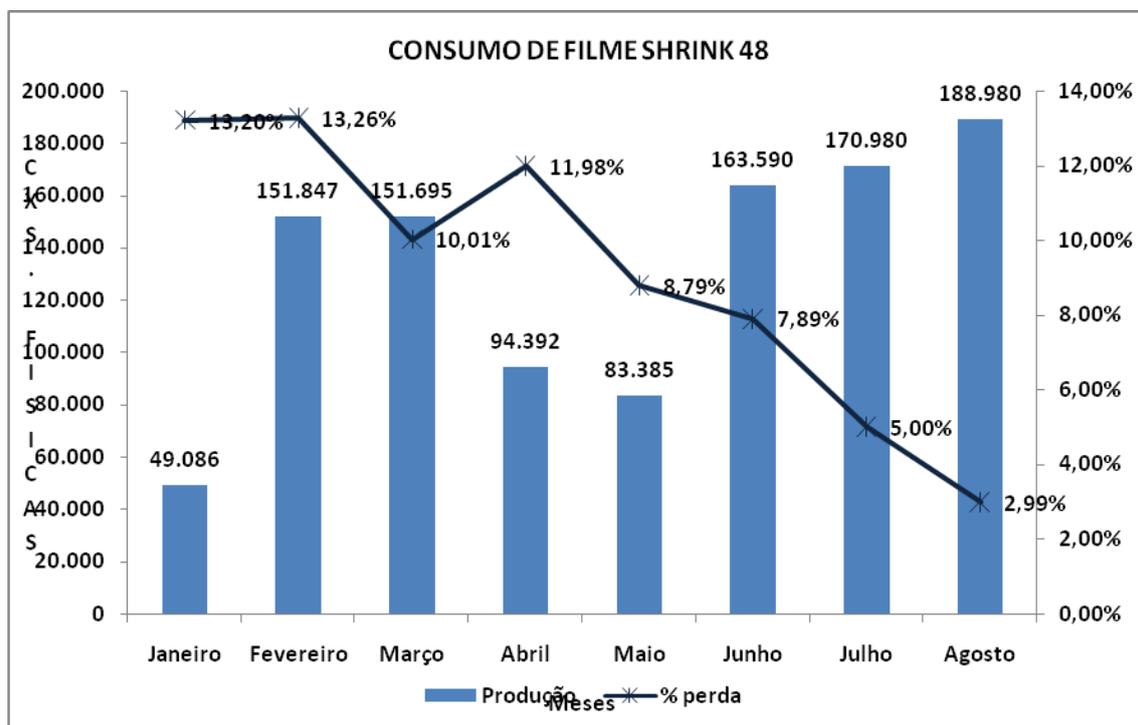
## GLOSSÁRIO

Filme Stretch	Alta capacidade em alongar-se, fornecendo sustentação quando realiza o movimento de retorno ao alongamento.
Filme Shrink	Quando submetido ao aquecimento sofre encolhimento proporcional ao nível de orientação concebido ao seu processo.

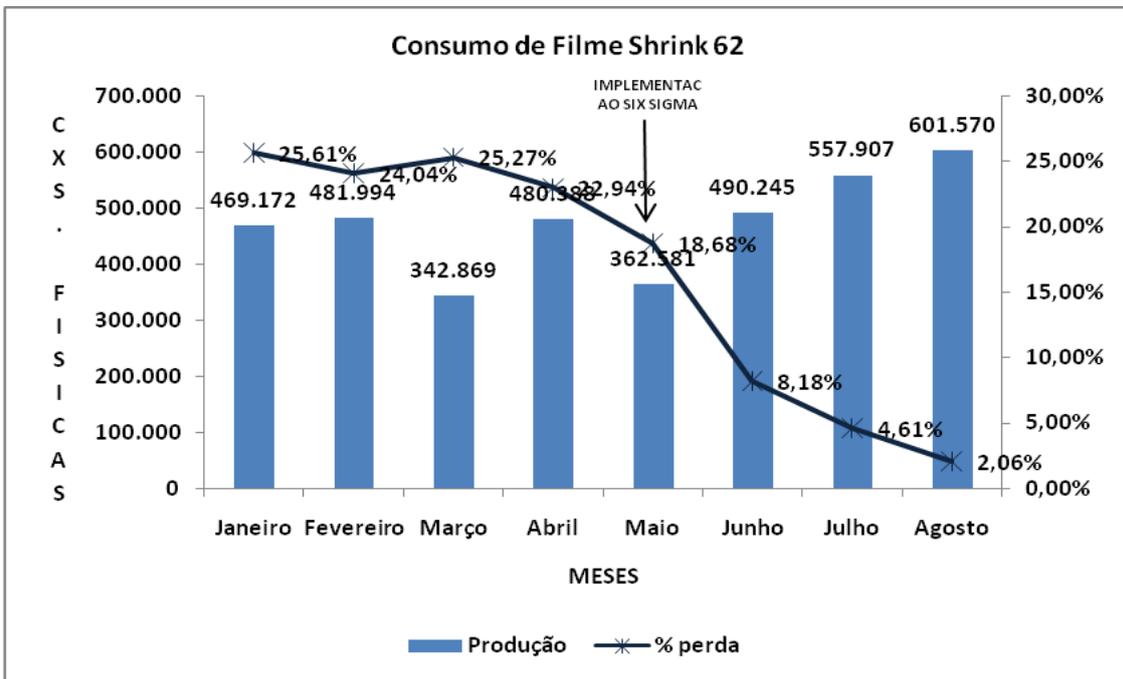
## APÊNDICE I



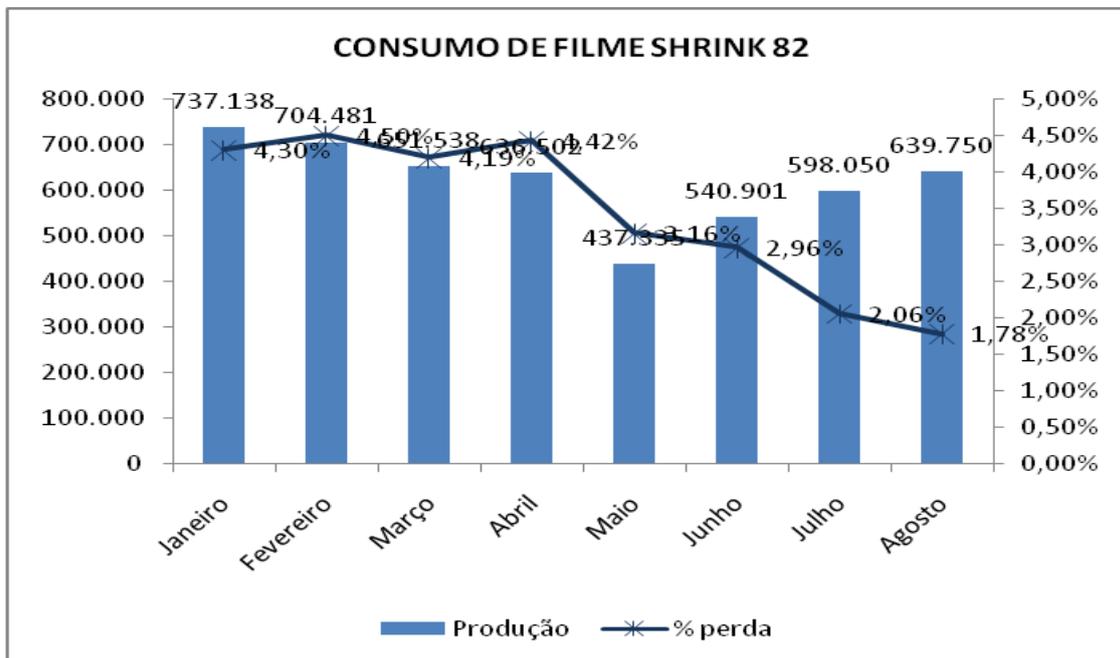
## APÊNDICE II



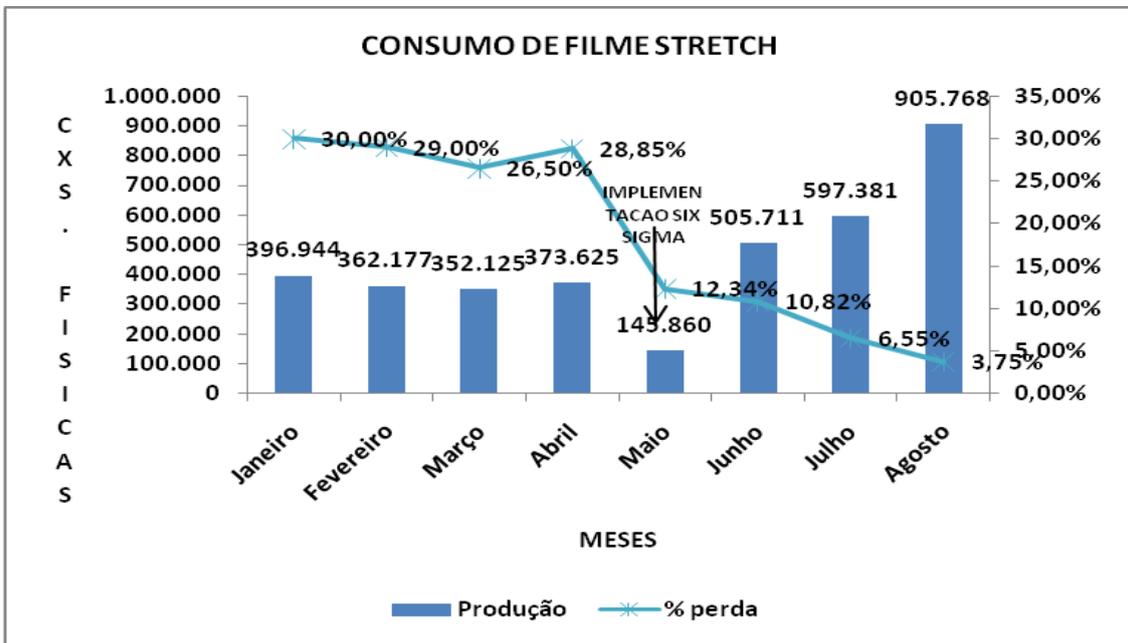
## APÊNDICE III



## APÊNCICE IV



## APÊNDICE V









## APÊNDICE IX

Os treinamentos foram ministrados na própria empresa através de palestras expositivas e abordagens práticas, buscando contextualizar ao máximo os colaboradores com as ferramentas necessárias para a implantação da metodologia Seis Sigma.

- História da metodologia.

Foi passada para equipe a evolução da metodologia, sua origem e suas perspectivas de futuro.

- Estrutura DMAIC

Demonstração da estrutura DMAIC, suas composições, suas funções e importância da estrutura para cumprimento do objetivo.

- Metodologia

A forma como é composta a metodologia Seis Sigma.

- Resultados em Outras empresas

Foram apresentadas histórias de implementações bem sucedidas, e como os resultados obtidos foram satisfatórios.

- Equipes de Implementação.

Como seria composta a equipe responsável pela implementação do programas.

- Duração do Programa

Exposta a idéia de que o programa é contínuo, para que possa atingir seus resultados finais, devendo ser mantido permanente dentro da empresa.

**Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção  
Av. Colombo 5790, Maringá-PR  
CEP 87020-900  
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**