

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SISTEMAS

Denes Magalhães Soares

APLICABILIDADE DE SISTEMAS E MÉTODOS DE QUALIDADE NA REDUÇÃO
DE PERDAS EM INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPEL

GOIÂNIA
JUNHO DE 2013

Soares, Denes Magalhães.

S676a Aplicabilidade de sistemas e métodos de qualidade na
redução de perdas em indústria de embalagens de papel
[manuscrito] / Denes Magalhães Soares. – 2013.
230 f. ; il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de
Goiás, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas,
2013.

“Orientador: Prof. Dr. José Elmo de Menezes”.

1. Controle de perdas. 2. Taguchi, Métodos (Controle de
qualidade). 3. Embalagens de papel. I. Título.

CDU: 658.56(043)

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SISTEMAS

Denes Magalhães Soares

APLICABILIDADE DE SISTEMAS E MÉTODOS DE QUALIDADE NA REDUÇÃO
DE PERDAS EM INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPEL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Engenharia de produção e Sistemas da Universidade Católica de Goiás, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, sob a orientação do prof. Dr. José Elmo de Menezes.

GOIÂNIA
JUNHO DE 2013

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SISTEMAS

Denes Magalhães Soares

APLICABILIDADE DE SISTEMAS E MÉTODOS DE QUALIDADE NA REDUÇÃO
DE PERDAS EM INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPEL

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Est. José Elmo de Menezes - PUC
Orientador

Prof. Dr. Ricardo Luiz Machado - PUC
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas

Prof^a. Dr^a. Maria José Pereira Dantas - PUC

Prof. Dr. Iran Martins do Carmo – IFG

GOIÂNIA
JUNHO DE 2013

*Este trabalho é dedicado à minha esposa
Fernanda e ao meu filho João Felipe. Vocês são
mais que companheiros, são a minha felicidade.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela presença constante em minha vida, por me dar força e sabedoria para vencer este grande desafio.

Aos meus pais, pela educação que me deram, pelo amor incondicional.

Aos meus amores, Fernanda e João Felipe, pelo amor, compreensão, incentivo e companheirismo nos momentos tristes e alegres durante a jornada do curso.

Ao professor José Elmo de Menezes, pela confiança, paciência e dedicação dispensadas.

Aos meus amigos e, em especial, a Alex Manzi, por me ajudarem nos momentos difíceis e compartilhar alegrias.

RESUMO

No presente trabalho realizou-se um estudo do sistema troca rápida de ferramenta, método Taguchi, sistema Toyota, método Ishikawa, para minimizar ou resolver problemas envolvidos na produção, em específico, em indústria de embalagem de papel, motivado pela necessidade de melhorar o sistema produtivo da empresa, com vistas a reduzir as perdas de matéria prima e também os custos da produção. As ferramentas de qualidade Ishikawa, método Taguchi, enquadram-se nessa perspectiva de melhoria, e pode-se avaliar a aplicabilidade destas ferramentas em uma indústria de médio porte, produtora de embalagens de papel. Através da sua aplicação, pretende-se eliminar algumas das perdas existentes no processo, melhorando sua produtividade e a qualidade do produto final. A aplicação do Taguchi tem como objetivo avaliar as melhores regulagens e padrões de operação do equipamento para atender às exigências dos consumidores, proprietários e colaboradores da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Redução de perdas. Qualidade de processo. Embalagens de papel. Taguchi. Métodos 8D.

ABSTRACT

In the present work is a study of the system quick tool changing, Taguchi, Toyota system, Ishikawa method to minimize or solve problems involved in the production, in particular in industry packaging paper, motivated by the need to improve the system production company, aiming to reduce losses of raw materials and also the costs of production. Quality tools Ishikawa, Taguchi, fall into this prospect of improvement, and can evaluate the applicability of these tools in a medium-sized industry, producer of paper packaging. Through its application, aims to remove some of the losses existing in the process, improving their productivity and the quality of the final product. Application of Taguchi aims to evaluate the best settings and patterns of operation of the equipment to meet the demands of consumers, owners and employees of the company.

KEYWORDS: Reduction of losses. Process quality. Packaging paper. Taguchi. Methods 8D.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Função perda de Taguchi.....	24
Figura 02 - Processo de produção conjunto de entradas e uma saída.....	27
Figura 03 – Fluxograma da estratégia para o método proposto.....	29
Figura 04 – “Espinha de peixe” para listar as causas de um problema.....	38
Figura 05 – Nível organizacional da empresa.....	39
Figura 06 – Curva de experiência ABC - Análise de Pareto.....	41
Figura 07 - Fluxograma do processo produtivo da máquina em estudo.....	43
Figura 08 – Ishikawa de causa.....	44
Figura 09- Saco fundo colado boca aberta (sem sanfona).....	51
Figura 10- Saco costurado boca aberta (com sanfona) – Tubeira.....	51
Figura 11- Saco costurado boca aberta (com sanfona) – Tubeira.....	51
Figura 12- Saco Pintch	51
Figura 13- Saco valvulado	52
Figura 14- Sacos fundos S.O.S – Máquina 030.....	52
Figura 15- Saco costurado boca aberta (com sanfona) – Máquina 030.....	52
Figura 16- Saco costurado boca aberta (com sanfona) – Máquina 05.....	52
Figura 17- Saco S.O.S boca aberta (com sanfona) fechado – Máquina 05.....	53
Figura 18- Saco S.O.S boca aberta (com sanfona) aberto – Máquina 05.....	53
Figura 19- Saco sanfonado 1 – Máquina Matadoura.....	53
Figura 20- Saco sanfonado 2 – Máquina Matadoura.....	53
Figura 21- Saco S.O.S sanfonado fechado – Máquina 02.....	53
Figura 22- Saco S.O.S sanfonado aberto – Máquina 02.....	53
Figura 23- Saco sanfonado fechado Matadoura.....	54
Figura 24- Saco sanfonado aberto Matadoura.....	54
Figura 25- Saco costurado boca aberta (com sanfona) – Máquina 030.....	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Força de aderência média versus tipos de tinta.....	29
Gráfico 02 - Defeitos separados por máquina em unidades.....	59
Gráfico 03 - Defeitos separados por produtos em unidades.....	60
Gráfico 04 - Tipo de defeitos em unidades.....	60
Gráfico 05 - Defeitos separados por máquina em kg.....	61
Gráfico 06 - Defeitos separados por produtos em kg.....	61
Gráfico 07 - Tipos de defeitos em kg.....	62
Gráfico 08 - Interação entre os fatores impressão e corte dobra.....	66
Gráfico 09 - Nível de confiança apresentado pelas regulagens- teste Tukey.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Dados sobre a força de Adesão.....	28
Tabela 02- Análise de Variância para o exemplo da tinta.....	28
Tabela 03- Levantamento diário de perdas.....	45
Tabela 04- Trabalhos correlatos revisados para embasamento do trabalho desenvolvido.....	47
Tabela 05- Tempo médio de decomposição, de acordo com Dunas, 2001.....	50
Tabela 06- Dados de perda da empresa.....	57
Tabela 07- Descritivo dos equipamentos da empresa.....	58
Tabela 08- Levantamento de dados ANOVA para lotes de 280 unidades.....	63
Tabela 09- Resultados gerados através do programa R.....	65

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABTCP	Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
ANOVA	Análise de variância
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Desenho Desenvolvido em Computador
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> – Manufatura Desenvolvida em Computador
CQ	Controle de Qualidade
CQT	Controle de Qualidade Total
DOE	<i>Design of experiments</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i> – Intercâmbio Eletrônico de Dados
EI	Engenharia Industrial
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
JIT	<i>Just in Time</i> – Produzido no Momento Certo
MRP	<i>Material Requirement Planning</i> – Planejamento das Necessidades de Material
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i> – Planejamento dos Recursos da Manufatura
NBR	Normas Brasileiras de Regulamentação
8D	Oito Disciplinas
OPT	<i>Optimized Production Technology</i> – Tecnologia de Produção Otimizada
PCP	Planejamento e controle da Produção
PDCA	Planejamento, Ação (<i>do</i>), Verificação (<i>check</i>) e Correção (<i>act</i>)
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
POP	Procedimento Operacional Padrão
PQM	Perda Quadrática Média
S.O.S	Sacos fundos SOS
TBC	<i>Time-Based Competition</i> – Competição Baseada no Tempo
TOPS	<i>Team Oriented Problem Solving</i>
TPM	Manutenção Produtiva total
TPS	<i>Toyota Production System</i> – Sistema Toyota de Produção
TRF	Troca Rápida de Ferramenta

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	13
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivos.....	15
1.3 Delimitações	16
1.4 Descrição dos Capítulos Seguintes	16
CAPÍTULO II.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Metodologia 8D para solução de problemas	17
2.2 O sistema de produção sob encomenda	18
2.3 Os principais sistemas de administração da produção	19
2.4 Troca Rápida de Ferramentas.....	21
2.5 Métodos Taguchi	22
2.6 A função Perda de Qualidade de Taguchi.....	24
2.7 Metodologia DOE (<i>design of experiments</i>).....	25
2.8 Estratégia para o método proposto	29
2.9 Sistema Toyota de produção.....	30
2.10 Métodos Ishikawa	36
2.11 Definição de metas	38
2.12 Escolha da equipe de implantação	38
2.13 Treinamento da equipe de implantação	39
2.14 Definição da estratégia de implantação	40
2.15 Definição do produto a ser abordado inicialmente	40
2.16 Metodologia de intervenção	42
CAPÍTULO III	47
3 DEFINIÇÃO DOS MÉTODOS.....	47
3.1 Trabalhos Correlatos	47
3.2 Descrição da empresa pesquisada e característica do produto	48
3.3 Descrição da equipe de solucionadores de problema	54
3.4 Convencimento da alta gerência	55
3.5 Perfil dos integrantes ideais das equipes de análise de problemas	55
3.6 Metodologia.....	56

3.7 Levantamento de dados da empresa	57
3.8 Coleta de dados	59
3.9 Identificação dos problemas	60
3.10 Levantamento de dados ANOVA	63
3.11 Resultados gerados	65
CAPÍTULO IV.....	68
4 COMENTÁRIOS FINAIS	68
4.1 Discussão dos resultados obtidos.....	68
4.2 Sugestões para próximos trabalhos	69
REFERÊNCIAS	71

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

Segundo Coutinho et al. (2010), o maior objetivo da aplicação das ferramentas da qualidade é identificar os maiores problemas das empresas, sempre visando a melhor solução dos mesmos.

Mesquita e Vasconcelos (2009) apresentam sete ferramentas: Diagrama de Pareto, Diagrama de causa-efeito (espinha de peixe), histogramas, folhas de verificação, gráficos de dispersão, fluxogramas e Cartas de Controle.

No presente trabalho apresenta-se um estudo dos métodos Troca Rápida de Ferramenta, Taguchi, Toyota e Ishikawa, com aplicação de algumas ferramentas de qualidade para minimizar ou resolver problemas envolvidos na produção, em específico, em uma indústria de embalagem de papel. Tais modelos serão aplicados a problema de perdas de material em uma indústria de embalagem de papel, situada no Centro-Oeste do Brasil, com 63 funcionários, e com produção aproximada de 120 toneladas por mês.

O objetivo principal dos métodos de Taguchi (ROSS, 1991) é o de melhorar as características de um processo ou de um produto, através da identificação e ajuste dos seus fatores controláveis, que irão minimizar a variação do produto final em relação ao seu objetivo. Ao ajustar os fatores no seu nível ótimo, os produtos podem ser fabricados de maneira que se tornem mais robustos a toda e qualquer mudança que possa ocorrer e que seja incontrolável (condições ambientais, variação dimensional, tempos de acondicionamento, etc.).

O Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System – TPS*) tem sido, mais recentemente, referenciado como “Sistema de Produção Enxuta”. A produção enxuta (do original em inglês *lean*) é, na verdade, um termo cunhado no final dos anos 80 pelos pesquisadores do IMVP (*International Motor Vehicle Program*), para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança.

A troca rápida de ferramentas - TRF - surgiu da constatação de que perdas estavam relacionadas ao tempo de reparo de uma máquina, que quase sempre não é parametrizado, e também às dificuldades de se encontrar utensílios básicos na preparação das máquinas (SHINGO, 2000).

Ao se propor a TRF, o tempo passou a ser um item considerado importante por ser crucial na redução do *lead time* e nas perdas de tempo.

Método Ishikawa, também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe (por seu formato) e Diagrama de Ishikawa (Kaoru *Ishikawa* quem o criou), foi desenvolvido para representar a relação entre o efeito e todas as possíveis causas.

1.1 Justificativa

O ambiente concorrencial atual demanda empresas com foco no mercado e voltadas às necessidades de seus clientes, buscando sempre aumentar sua produtividade, melhorar a qualidade de seus produtos e reduzir os custos de produção, como forma de aumentar sua competitividade.

A sinergia destes itens representados pelo trinômio: produtividade, qualidade e custo, quando atingida resulta em um expressivo diferencial competitivo, mas a sua obtenção trilha pela existência e pelo efetivo controle dos processos internos e externos da empresa.

Algumas empresas compartilham essas informações com seus funcionários, mas nem sempre de uma forma eficaz e/ou eficiente. Partindo para a célula de produção, é comum adotar-se os princípios da Gestão à Vista que é a forma de divulgar os resultados através de gráficos, mas ainda assim, deparando-se com informações desatualizadas ou de difícil acesso. A gestão não é realizada de forma sistêmica, não atingindo assim seu principal foco que é de obter bons indicadores para que seja efetiva e gere a melhor relação custo/benefício, contribuindo para a macro estratégia da empresa. Salienta-se que nem todas as empresas utilizam o conhecimento intelectual dos colaboradores nas tomadas de decisões ou estratégias para melhorar seus resultados.

Particularmente, na indústria de papel abordada neste estudo, devido ao crescimento da concorrência criou-se a necessidade de reduzir custos para continuidade do produto no mercado, satisfação dos clientes e para a sobrevivência da empresa. Foram investigados vários problemas, tais como: falta de eficiência, ajustes de máquinas e perdas de materiais, sendo o último item o mais importante para a pesquisa.

Dessa forma, considerando as ferramentas descritas na introdução, decidimos usá-las para reduzir estas perdas ou até mesmo eliminá-las do processo produtivo, a fim de reduzir os custos e aumentar a produção.

Os princípios de produção defendidos por Ohno (1997) e Shingo (2000), mentores do Sistema Toyota de Produção, estão fortemente vinculados com o conceito de perdas. Ohno (1997) observa que é necessário dividir o movimento dos trabalhadores em duas diferentes dimensões: trabalho e perdas.

- Trabalho efetivo – agrega valor
- Trabalho adicional – não agrega valor
- Perda - trabalho desnecessário, ou ações que geram custos, porém não adicionam valor ao produto. As perdas são gargalos que devem ser minimizados ou até mesmo eliminados para o aumento da eficiência e competitividade da organização. Esta perda é representada por produtos que não se encontram dentro da especificação ou não conformes.

O objetivo exposto por Ohno (1997), no STP, consiste em aumentar a taxa de trabalho que adiciona valor, eliminando perdas, minimizando trabalho adicional e maximizando trabalho efetivo.

As sete grandes perdas, segundo Ohno (1997) são: perda por superprodução, perda por espera, perda por transporte, perda no próprio processamento, perda por estoque, perda por movimentação e perda por fabricação de produtos defeituosos.

Devido a várias evidências de melhorias de processo na indústria investigada, observou-se a necessidade de pesquisar as causas de perdas de materiais e de produtos na produção de SOS papel, que Ohno (1997) classifica como perda por fabricação de produtos defeituosos.

Através da experiência e técnicas dos colaboradores da fábrica de embalagens, observando o dia a dia e as evidências do setor onde são armazenados os descartes foi perceptível ali uma grande oportunidade de melhoria para reduzir estas perdas.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é identificar e analisar as perdas em indústria de embalagens de papel, com a utilização dos métodos Taguchi, Toyota, Troca Rápida de Ferramenta, Ishikawa, monitorados através de controles de perdas diárias.

Os objetivos específicos são:

- i) Estudar a aplicação dos métodos na indústria de embalagem de papel;
- ii) Identificar e analisar as causas das perdas no processo produtivo;
- iii) Comparar os resultados antes e após a utilização dos métodos descritos no objetivo geral;

- iv) Estudar os mais variados métodos de controle de qualidade.

1.3 Delimitações

Este estudo de caso envolve uma empresa do ramo de embalagens de papel. Suas generalizações devem ser feitas com reservas ao setor, condições técnicas e culturais da empresa e do seguimento.

Este trabalho não pretende esgotar o assunto, nem abordar todas as implicações da implantação das ferramentas. São comparados os procedimentos utilizados por diferentes equipes e, à luz desta comparação, são identificadas as melhores práticas, que serviram de base para a construção do modelo proposto de 8D.

Ao discutir a utilização das ferramentas de análise e solução de problemas, o trabalho enfatiza os resultados obtidos através de observações, entrevistas, dados e pesquisa, sem considerar os aspectos comportamentais dos participantes. As alterações comportamentais são abordadas estritamente do ponto de vista da compreensão da ferramenta.

1.4 Descrição dos Capítulos Seguintes

A organização deste trabalho está estruturada da seguinte forma:

- O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica dos métodos Taguchi, Toyota, Troca Rápida de Ferramenta, Ishikawa;
- O capítulo 3 define a metodologia, com caracterização da pesquisa, atributos utilizados para levantamento de dados, frequência e aplicabilidade do método;
- O capítulo 4 demonstra os resultados das aplicações dos modelos de previsão, bem como comentários sobre desempenho dos mesmos, conclusões obtidas pela pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO II

Este capítulo apresenta a revisão teórica sobre os métodos aplicados neste trabalho, com ênfase nos métodos Troca Rápida de Ferramenta, Taguchi, Toyota, Ishikawa, Sistema Toyota de produção, assim como serão descritos conceitos para auxílio na compreensão de alguns desses processos de produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho tem dentre os objetivos: estudar a aplicação dos métodos propostos, identificar e analisar as causas de perdas na produção e comparar os resultados a fim de contribuir para identificação de um método mais adequado à redução de perdas em indústria de embalagem de papel, e também apresentar formas de redução de perdas em processos produtivos de diversas áreas, aumentando a produtividade, reduzindo custos e ajudando na conservação do meio ambiente.

2.1 Metodologia 8D para solução de problemas

A solução de problemas através da metodologia das oito disciplinas pode ser utilizada para identificar, corrigir e eliminar a repetição de problemas, com objetivo de melhorar produtos e processos de uma empresa (RAMBAUD, 2006). Esta metodologia contribui para as empresas, pois permite a análise detalhada do problema e a busca pela solução do mesmo, evitando deste modo a reincidência.

De acordo com Ristof (2008), a metodologia 8D parte do pressuposto de que o problema já foi identificado, e a primeira ação a ser tomada está relacionada com a terceira disciplina, a qual corresponde à contenção dos efeitos do problema. Conforme Ristof (2008), os oito passos da metodologia são os seguintes:

D₀: Constatação: o problema já está identificado;

D₁: Definição do Time: definir a equipe, a qual tenha conhecimento do produto ou processo e também conhecimento na resolução de problemas. Faz-se necessário definir um líder;

D₂: Descrição do Problema: explicitar qual é o problema, e qual a sua origem. Nessa disciplina deve-se aplicar as seguintes perguntas: Quem? , O quê? , Quando? , Onde? , Por

quê? , Quanto? Para facilitar o entendimento e compreensão do problema utilizar-se-ão os métodos Toyota de produção e Ishikawa;

D₃: Ação de Contenção Imediata: ações de contenção devem ser tomadas a fim de se isolar o efeito causado pelo problema, até que a ação corretiva seja tomada;

D₄: Análise da Causa Raiz: esta é a fase mais crítica desta metodologia, pois dela depende o sucesso da aplicação. Neste estágio deve ser identificada qual a causa raiz do problema e para isso utilizam-se as ferramentas de qualidade aplicáveis no caso. Algumas dessas ferramentas podem ser diagrama de causa e efeito (Ishikawa), cinco porquês e ferramentas estatísticas. Para uma melhor avaliação se utilizará (anova) método Taguchi;

D₅: Ações Corretivas Possíveis: escolha da ação corretiva a ser implementada para a eliminação da causa raiz do problema;

D₆: Comprovação da eficácia das ações: nesta fase ocorre a implementação das ações corretivas e a certificação de que não haverá reincidência do problema, por meio de monitoramento em longo prazo;

D₇: Ações Preventivas: se a ação foi eficaz, deve-se conferir se há necessidade de alterações em instruções de trabalhos, procedimentos, planos de controle. Também, nesta fase, deve se identificar a necessidade de treinamentos e a abrangência da ação em outros processos ou produtos;

D₈: Análise de Encerramento: reconhecer os esforços de todos os envolvidos, parabenizando os integrantes da equipe.

2.2 O sistema de produção sob encomenda

No sistema de produção sob encomenda, a produção só é iniciada quando a empresa recebe o pedido ou a encomenda de um cliente por seus produtos. A preparação para produzir ocorre após o pedido do cliente, sendo o contrato tácito ou explícito, visando atender ao prazo de entrega, a qualidade e a quantidade acordadas. Esse plano envolve a especificação dos seguintes aspectos necessários:

a) as matérias primas: detalhamento de todos os materiais e matérias primas e quantidades necessárias para atender ao pedido no prazo;

b) a mão-de-obra: detalhamento de todas as especialidades de trabalho, horas trabalhadas e quantidades necessárias para atender ao pedido no prazo;

c) o processo de produção: detalhamento cronológico de todas as fases, sincronizando mão-de-obra, máquinas, materiais e matérias primas, qualidade e quantidades necessárias para atender ao pedido, no prazo.

O sistema de produção sob encomenda é mais aplicável à produção feita por unidades ou pequenas quantidades, para produtos pouco padronizados e processos pouco automatizados. Os trabalhadores utilizam vários instrumentos e ferramentas quase que de forma artesanal. Como exemplo de produtos produzidos, temos: joias, navios, aviões, geradores, motores, transformadores de grande porte, locomotivas, edificações da construção civil ou industrial, um serviço de propaganda e etc. O sistema de produção sob encomenda apresenta as seguintes características:

- O produto é único e específico: normalmente o produto é grande e complexo, necessitando de longo tempo de produção. Como exemplo podemos dizer que é quase que impossível fazer dois prédios, navios ou aviões completamente iguais.

- O produto exige uma variedade de máquinas e equipamentos: necessidade de área adequada para comportar as máquinas e equipamentos; a produção de determinadas partes requer transporte até o produto final.

- O produto exige uma variedade de trabalhadores especializados: necessidade de trabalhadores especializados nas partes que envolvem o produto por um determinado período de tempo, pois os serviços de solda, carpintaria, eletricista, mecânico, etc. não são constantes.

- O produto tem uma data definida de entrega: em função do grande capital investido, os prazos devem ser cumpridos e a programação deve ser muito bem-feita.

- Há dificuldade de fazer previsões de produção: cada cliente especifica as suas necessidades, que devem constar de um plano de produção específico, complexo e, às vezes, demorado. Por causa da diferenciação não há como fazer planos prévios para determinadas atividades.

2.3 Os principais sistemas de administração da produção

As novas tecnologias têm necessitado de novas abordagens gerenciais e como consequência surge um novo papel estratégico da manufatura: produzir melhor, mais rápido, atender prazos, gastar menos e mudar (customizar) de acordo com as necessidades do mercado. Tudo isso requer o uso de tecnologia da informação subsidiando a gestão dos recursos de produção, a estratégia e a tomada de decisão.

A seguir serão citados alguns sistemas baseados em computadores, atualmente utilizados nas empresas, porém não serão detalhados em função destes serem sistemas proprietários comercializados no mercado, que exigem trabalhadores qualificados para lidar com a tecnologia da informação e, também, por não ser este o objetivo deste trabalho. Nesse contexto, ganham relevância os modernos sistemas de administração da produção, em que se destacam o MPR, o MPR II, TBC, EDI, CAD, CAM, OPT, OPT, e o *Just in Time*, conforme abaixo:

- MRP (*Material Requirement Planning*), que em português significa Planejamento das Necessidades de Material – é uma tecnologia de produção, planejamento e controle, baseada em computador, favorecendo a flexibilidade da manufatura e a rápida tomada de decisão.

- MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), que em português significa Planejamento dos Recursos da Manufatura – é uma tecnologia de produção, um plano mestre de maior abrangência que o MRP, baseada em computador, favorecendo o controle de estoques, a flexibilidade da manufatura, os níveis de acesso e a rápida tomada de decisão.

- TBC (*Time-Based Competition*), que em português significa Competição Baseada no Tempo – é uma tecnologia de produção, estende os princípios do *Just in Time* a cada fase do ciclo de produção de um produto.

- EDI (*Electronic Data Interchange*), que em português significa Intercâmbio Eletrônico de Dados – é uma tecnologia de produção, permite enviar e monitorar pedidos, assim como todo o processo produtivo de cada pedido.

- CAD (*Computer Aided Design*), que em português significa Desenho Desenvolvido em Computador - é uma tecnologia de produção, permite desenhar e projetar produtos pelo computador.

- CAM (*Computer Aided Manufacturing*), que em português significa Manufatura Desenvolvida em Computador - é uma tecnologia de produção, permite o planejamento, execução e controle da manufatura em computador.

- OPT (*Optimized Production Technology*), que em português significa Tecnologia de Produção Otimizada – conhecida como Teoria das Restrições - é uma tecnologia de produção, que visa aumentar o fluxo de produtos diminuindo os estoques e as despesas operacionais.

- JIT (*Just in Time*), que em português corresponderia a uma expressão semelhante a “Pronto na Hora Exata”, ou de maneira mais flexível, “Produzido no Momento Certo”- é uma tecnologia de produção, inclui produção puxada pela demanda, administração de materiais, gestão da qualidade, gestão de recursos humanos, gestão de estoques e arranjo físico adequado.

2.4 Troca Rápida de Ferramentas

A troca rápida de ferramentas (TRF) tem por objetivo reduzir o tempo de *setup* de equipamentos, minimizando períodos não-produtivos no chão-de-fábrica. Como consequência, é possível a redução do tamanho dos lotes de produção na manufatura. A TRF fundamenta-se em técnicas que enfatizam o trabalho cooperativo em equipe e a proposição de formas criativas de melhoria de processos. Esta dissertação apresenta uma proposta metodológica para a TRF, constituída dos seguintes passos: definição do projeto, planejamento das atividades, treinamento da equipe de implantação, implantação propriamente dita, acompanhamento e consolidação.

A utilização da Troca Rápida de Ferramentas ocorreu pela primeira vez no ano de 1950, em uma planta industrial japonesa de manufatura de automóveis, como uma proposta de aumentar sua eficiência. Para isso, foram feitas melhorias que resultaram na redução do tempo de troca de ferramentas. Com esse trabalho, também foram identificados dois tempos de preparação: o tempo de preparação interno (em que a máquina deve estar parada para serem executadas as atividades), e o tempo de preparação externo (em que as atividades são realizadas com a máquina em pleno funcionamento). O desenvolvimento e aperfeiçoamento desse sistema demoraram 19 anos para acontecer e, de acordo com Shingo (2000), a TRF é reconhecida como um método que auxilia na redução do tempo de setup, podendo ser aplicada em qualquer máquina ou processo de fabricação.

O método baseia-se na correção de deficiências em decorrência de falta de metodologia, que gera ineficiências no processo de fabricação. Basicamente, são propostas as mudanças de setups internos em setups externos, que constituem a base da técnica. Para Fogliato e Fagundes (2003), a metodologia proposta para a TRF está dividida em quatro estágios:

- 1) estratégico - convencimento da alta gerência, definição de metas, escolha da equipe de implantação, treinamento da equipe de implantação e definição da estratégia de implantação;

- 2) preparatório - definição do produto a ser inicialmente abordado, definição do processo a ser inicialmente abordado e definição da operação a ser inicialmente abordada;

- 3) operacional - análise da operação a ser inicialmente abordada, identificação das operações internas e externas do setup, converter setup interno em externo, praticar a operação de setup, padronizar e eliminar ajustes;

- 4) de comprovação - consolidação da TRF em todos os processos da empresa.

Moura (1996) define setup como todas as tarefas necessárias, desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feita a primeira peça aprovada dentro das especificações de projeto do lote posterior.

De acordo com Seidel (2003), o setup pode ser definido como o ato de trocar e ajustar os ferramentais e dispositivos de uma máquina e/ou equipamento que está produzindo um determinado modelo de peça e passa a produzir outro modelo de peça.

Conforme Slack (2002), o tempo de setup é o tempo decorrido na troca do processo do final da produção de um lote até a produção da primeira peça boa de outro lote.

Black (1998) define como tempo total de setup o tempo desde a saída da última peça boa do setup anterior até a primeira peça do próximo setup.

Segundo Seidel (2003), tempo de setup é todo o tempo decorrido desde a última peça boa produzida no lote anterior pela máquina, até a primeira peça boa do lote subsequente. Nesse tempo, estão incluídas todas as regulagens e medições necessárias até que a primeira peça boa seja produzida.

2.5 Métodos Taguchi

Diante do contínuo avanço tecnológico, do processo de globalização, abertura de mercado, as mudanças estão ocorrendo de forma rápida, exigindo das micro empresas maior qualidade nos produtos e serviços oferecidos. Estamos numa época de grandes mudanças, em que a informação e o conhecimento estão sendo disseminados por toda parte, e as organizações precisam renovar sua filosofia de gestão para responderem com eficiência e eficácia à nova realidade de mercado. A busca da qualidade é hoje uma preocupação de todas as empresas, e passou a constituir-se em prioridade para toda organização desejosa de seu desenvolvimento.

Os Japoneses foram os primeiros a perceber o potencial de outro método, o DOE (*Design of experiments*). Contrariamente ao método tradicional, esse executa a mudança sistemática de vários fatores simultaneamente, garantindo o estado independente de todos os fatores do produto.

Na indústria, uma das áreas atualmente em desenvolvimento está relacionada à aplicação das modernas técnicas de controle de qualidade *off-line* nos produtos e processos. A maioria das ideias para estas técnicas de controle de qualidade foram elaboradas por W.E.

Deming e tais ideias foram posteriormente desenvolvidas pelo Taguchi. Enquanto que a volta principal de Deming foi ter convencido as empresas a usar o controle estatístico nos processos produtivos, Taguchi vai um passo atrás e recua da produção para a concepção, reajustando produtos robustos contra a variação, tanto dos sistemas produtivos como das condições finais em que vai ser utilizado pelo consumidor. Os quatro pontos principais da filosofia da qualidade de Taguchi são:

1. Num mercado competitivo, a melhoria contínua da qualidade e a redução de custos são necessárias para que as empresas sobrevivam.
2. Uma medida importante da qualidade de um determinado artigo produzido é o custo total.
3. A perda de um consumidor devido à má qualidade é aproximadamente igual ao quadrado do desvio da sua característica de performance em relação ao seu objetivo ou valor nominal.
4. A variação da performance de um produto em que um serviço pode ser reduzido, se observarmos os efeitos não lineares que os fatores (parâmetros) têm nas características de performance. Qualquer pequeno desvio do valor objetivo conduz a uma qualidade.

Taguchi dá uma grande ênfase na aproximação entre a engenharia e a qualidade. Afirma que, produzindo com determinados objetivos ou requisitos de maneira a minimizar a variação da performance de um determinado produto, vai-se aumentar a qualidade e a satisfação dos clientes. A essa variação ele chama ruído. Taguchi identifica três tipos distintos de ruído, sendo:

1. Ruído externo: Variáveis ambientais ou condições de uso que perturbam as funções do produto (temperatura, umidade, poeira, etc.).
2. Ruído interno: mudanças que sucedem como resultado de um desgaste.
3. Ruído peça-a-peça: Diferenças entre produtos que são fabricados de acordo com as mesmas especificações.

O objetivo é de minimizar o ruído através de atividades de qualidade *on-line*, e *off-line*. Taguchi propõe o uso de técnicas e teorias de otimização, juntamente com o projeto de experiências, com o objetivo final de minimizar as perdas para a sociedade.

Em 1999, o FORD TAURUS incorporou exemplos de Engenharia Robusta, um conceito desenvolvido Taguchi, no controle de ruídos produzidos pelo sistema de transmissão.

2.6 A função Perda de Qualidade de Taguchi

O ponto inicial da filosofia de Taguchi está em sua não-convencional definição de qualidade. Em contraste aos conceitos como “adequação ao uso”, “conformidade com os requisitos”, ou “satisfação do cliente”, a definição de Taguchi “perdas para a sociedade” reflete dois valores orientais comuns, isto é, aspiração para o perfeccionismo e trabalho para o bem coletivo.

Perdas para a sociedade são medidas pelo desvio real da característica de qualidade do produto do seu valor alvo. O uso desta função perda conceitua uma expressão matemática que pode declarar, particularmente para propósitos gerenciais, o valor monetário da consequência de qualquer aperfeiçoamento em qualidade.

Embora tal valor monetário não represente uma virtual perda ou dano, ele é um conveniente índice de desempenho que pode ser facilmente apreciado pelos tomadores de decisão, uma característica muito importante e lisonjeada pelos promotores dos métodos de Taguchi para atrair o interesse dos tomadores de decisão. O significado de aperfeiçoamento da qualidade é mudado para solucionar problemas através da redução da variabilidade em torno do valor alvo, tendo como ponto importante medir o aperfeiçoamento da qualidade. O principal foco do aperfeiçoamento da qualidade é a redução de custos.

O conceito da função perda é apresentado na Figura 01, onde se demonstra a função perda associada às ideias de estar dentro ou fora dos limites de especificação. O alvo central, T, representa o nível ideal do parâmetro de projeto. Os dois limites de especificação (LIE e LSE) são os limites de especificação simétricos padronizados. O eixo vertical é a medida do valor de perda devido ao desvio da característica do nível desejado.

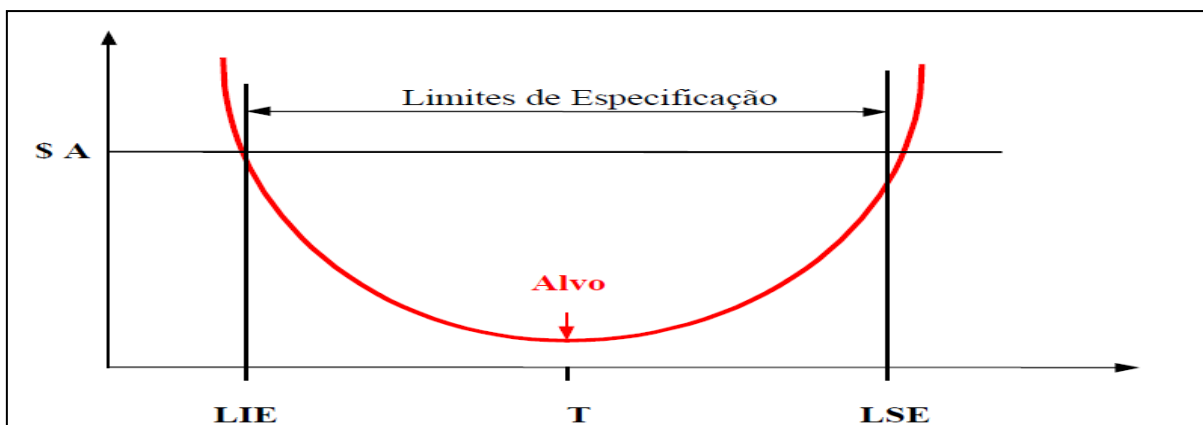


Figura 01 - Função perda de Taguchi

A função perda de Taguchi estabelece uma medida financeira para o cálculo do desvio de uma característica do produto com relação ao valor nominal. Pode ser descrita como:

$$L = k (y - T)^2 \quad (1)$$

Sendo:

L = perda devido ao desvio da característica

k = coeficiente de perda

y = valor da característica de qualidade

T = valor nominal ou valor alvo

Para uma amostra, a fórmula da perda média será:

$$L = K[(y-T)^2 + \sigma^2] \quad (2)$$

$$k = A / (LSE - T)^2 \quad (3)$$

A é o custo de se produzir um produto fora da especificação

y = valor médio de uma característica

σ^2 = variância relativa à média

T = valor nominal

2.7 Metodologia DOE (*design of experiments*)

O planejamento experimental, também denominado delineamento experimental ou projeto de experimentos, representa um conjunto de ensaios estabelecido com critérios científicos e estatísticos, com o objetivo de determinar a influência de diversas variáveis nos resultados de um dado sistema ou processo Montgomery (2004).

A experimentação sistemática é crucial para investigar os fatores que influenciam resultados. Depois de identificar esse fator, podem-se efetuar ajustes nos processos ou nas formulações, melhorando imediatamente o processo, a confiabilidade e a qualidade da resposta (COLEMAN e MONTEGOMERY, 1993).

Os experimentos bem planejados podem produzir significativamente mais informações, em menos tempo e com menores despesas do que experimentos aleatórios ou não planejados.

O DOE fornece as ferramentas para criação de planejamentos de experimentos e análise gráfica de resultados na melhoria de processos, de maneira rápida e eficiente. Experimentos são empregados para resolver problemas em geral, decidir entre diferentes processos de manufatura, diferentes conceitos de produto, entender a influência de determinados fatores, etc. Esta tarefa, ainda, torna-se cada vez mais importante na medida em que se intensificam a base tecnológica dos produtos, as exigências governamentais e de clientes, aumentando a necessidade de emprego de experimentos durante todas as etapas dos processos (BOX, 1978).

O planejamento de experimentos é uma técnica utilizada para se planejar experimentos, ou seja, para se definir quais dados, em que quantidade e em que condições devem ser coletados durante um determinado experimento, buscando, basicamente, satisfazer dois grandes objetivos: a maior precisão estatística possível na resposta e o menor custo. É, portanto, uma técnica de extrema importância para a indústria, pois seu emprego permite resultados mais confiáveis, economizando-se dinheiro e tempo, parâmetros fundamentais em tempos de concorrência acirrada (Montgomery, 2004).

Coleman e Montgomery (1993) propõem as seguintes etapas para o desenvolvimento de um planejamento de experimentos:

1. Caracterização do problema;
2. Escolha dos fatores (variáveis de controle ou entrada) e níveis (faixas de valores das variáveis de controle);
3. Seleção das variáveis de resposta;
4. Determinação de um modelo planejamento de experimento;
5. Condução do experimento;
6. Análise dos dados;
7. Conclusões e recomendações.

No contexto estatístico, segundo Montgomery (2004), um experimento planejado é um procedimento no qual alterações propositalmente são feitas nas variáveis de entrada de um processo ou sistema, de modo que se possa avaliar as possíveis alterações sofridas pelas variáveis respostas, como também as razões de suas alterações. A Figura 02 ilustra o processo de produção como um sistema com um conjunto de entradas e uma saída. As entradas X_1, X_2, \dots, X_p são fatores controláveis, tais como temperatura, pressão, taxas de alimentação e outras variáveis do processo. As entradas Z_1, Z_2, \dots, Z_q são entradas não-

controláveis (ou de difíceis controles), tais como fatores ambientais ou propriedades das matérias-primas apresentadas pelo fornecedor. O processo de manufatura transforma essas entradas em um produto acabado que tem várias características de qualidade. A variável Y é uma medida da qualidade desse processo.

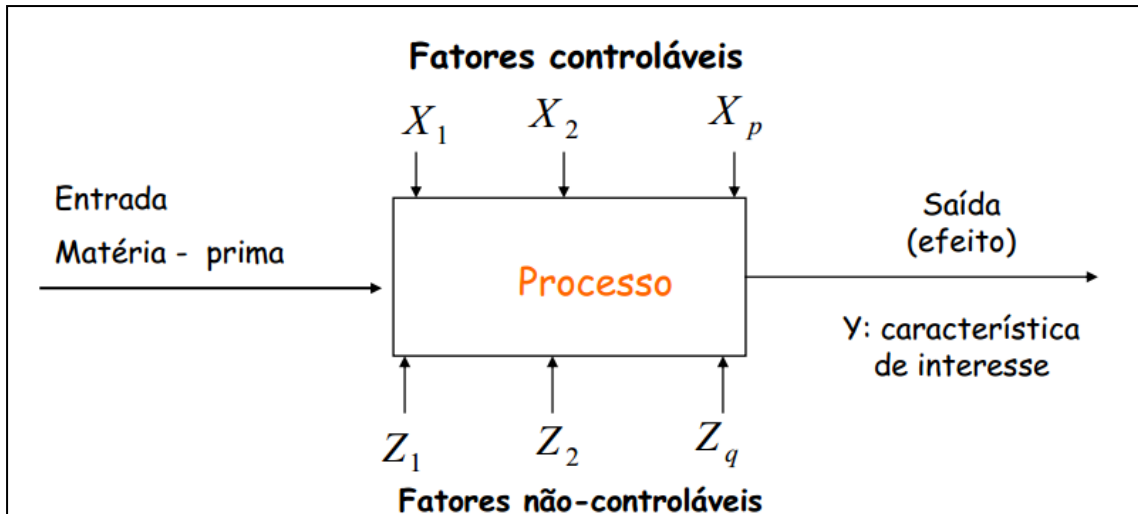


Figura 02 - Processo de produção conjunto de entradas e uma saída

Objetivos de um experimento planejado:

1. Determinar que variáveis tivessem maior influência na resposta;
2. Determinar o melhor valor de X , que influencia Y , de modo que Y esteja próximo do valor nominal desejado;
3. Determinar o melhor valor de X , que influencia Y , de modo que a variabilidade de Y seja pequena;
4. Determinar o melhor valor de X , que influencia Y , de modo que se minimizem os efeitos das variáveis não controladas.

Os princípios básicos de um planejamento de experimentos são: Réplica, Aleatorização e Formação de Blocos. Entende-se por réplica as repetições do experimento feitas sob as mesmas condições experimentais.

Aleatorização refere-se ao fato de que tanto a alocação do material experimental às diversas condições de experimentação, quanto a ordem segundo a qual os ensaios individuais do experimento serão realizados, são determinados ao acaso, e, finalmente, Formação de Blocos refere-se à formação de unidades experimentais homogêneas (blocos). Para ilustrar esta técnica, vejamos o seguinte exemplo:

Exemplo 1: As tintas de base em aviões são aplicadas às superfícies de alumínio por dois métodos. Por imersão e por spray. O propósito da pintura à base é melhorar a aderência da tinta; algumas partes podem ter a pintura de base feita por quaisquer dos métodos de aplicação. Três espécimes foram pintados com cada tipo de tinta de base, usando cada um dos métodos de aplicação; aplicou-se uma pintura de acabamento e a força de aderência foi mediada. As 18 rodadas desses experimentos foram feitas em ordem aleatória. Os dados resultantes constam na Tabela 01, a seguir:

Tabela 01 – Dados sobre a força de Adesão.

Tipo da tinta de base	Imersão	Spray
1	4,0;4,5;4,3	5,4;4,9;5,6
2	5,6;4,9;5,4	5,8;6,1;6,3
3	3,8;3,7;4,0	5,5;5,0;5,0

Fonte: Montgomery (2004).

A análise de variância realizada pelo software R pode ser aplicada ao experimento da pintura de base em aviões, cujos resultados são apresentados na Tabela 02, junto com as somas de quadrados exigidas para realizar a análise de variância.

Tabela 02 - Análise de Variância para o exemplo da tinta.

Fonte de variação	Soma de Quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	F₀	P- Valor
Tipos de tinta	4,58	2	2,29	28,63	2,71x10 ⁻⁵
Métodos de aplicação	4,91	1	4,91	61,38	4,65x10 ⁻⁶
Interação	0,24	2	0,12	1,5	0,269
Erro	0,99	12	0,08	-	-
Total	10,72	17	-	-	-

De acordo com a Tabela 02, os valores P para ambos os efeitos principais são muito pequenos, indicando que o tipo de tinta usada e o método de aplicação afetam significativamente a força de aderência. No entanto, como o valor P para o efeito de interação é relativamente grande (P=0,269), conclui-se que não há interação entre o tipo de tinta e o método de aplicação.

O Gráfico 01 mostra que a aderência média tem caudas que não se situam exatamente ao longo de uma reta que passa pelo centro do gráfico, indicando alguns pequenos problemas com a hipótese de normalidade, mas o afastamento da normalidade não é sério. O gráfico de interação foi construído pelo R. A ausência de interação é evidente no paralelismo das duas

retas. Além disso, como uma resposta grande indica maior força de aderência, concluímos que *o spray* é um método de aplicação superior e que a tinta tipo 2 é mais eficaz. Assim, se queremos operar o processo de modo a obter a força de aderência máxima, devemos usar a base tipo 2 e o *spray* em todas as partes.

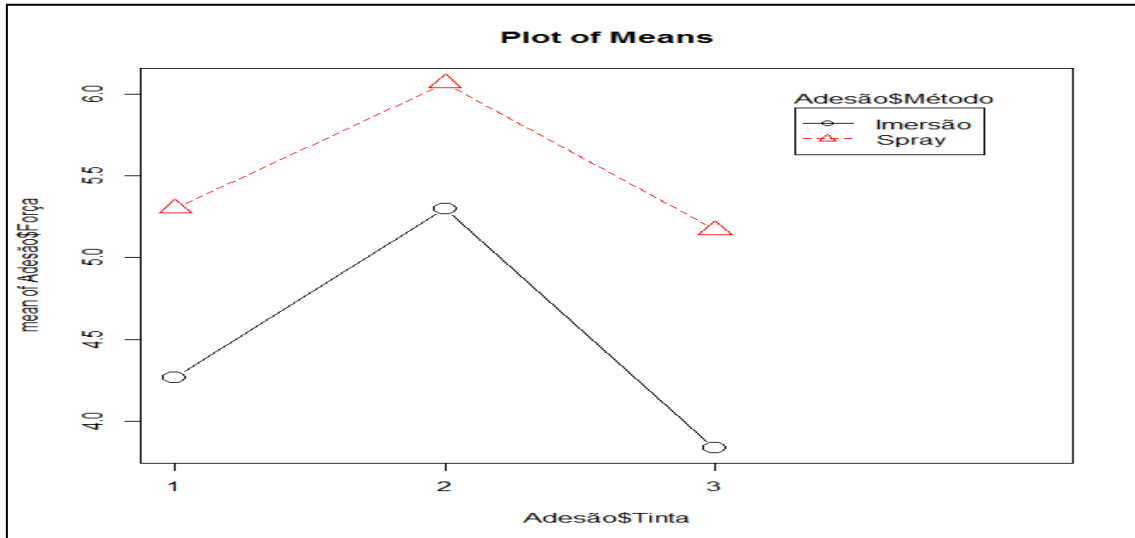


Gráfico 01 - Força de aderência média versus tipos de tinta.

2.8 Estratégia para o método proposto

Como estratégia de projeto utilizaremos o fluxograma abaixo seguindo etapa por etapa, para um melhor raciocínio lógico e, conseqüentemente, não perdendo o foco nos objetivos.

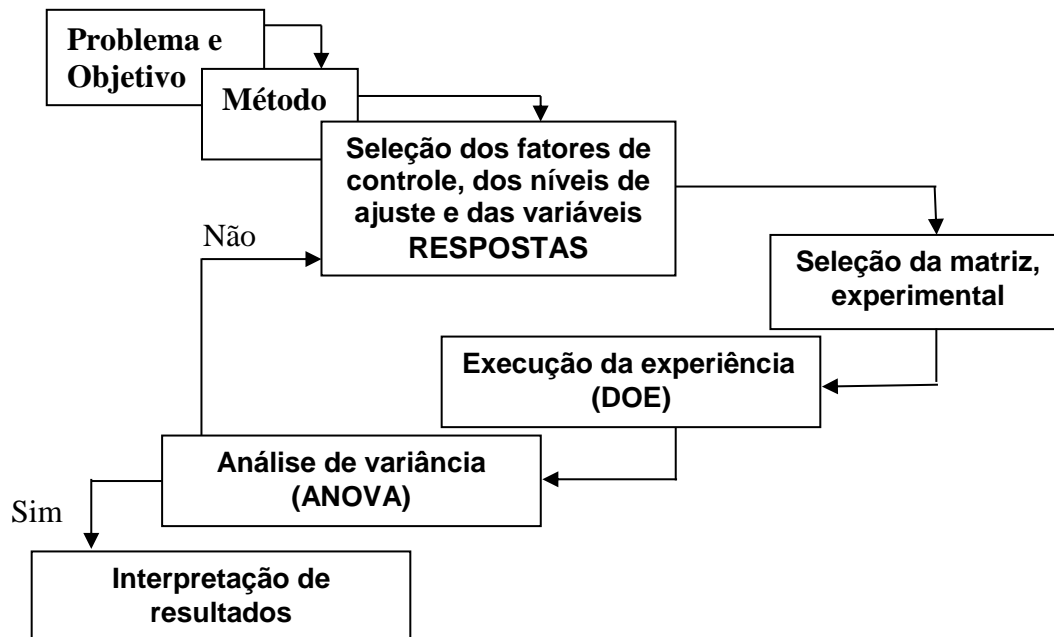


Figura 03 – Fluxograma da estratégia para o método proposto.

A Figura 03 demonstra todo o caminho estratégico seguido para o método proposto. Após definir o problema e o objetivo, foi revisado o método, seguido da seleção de controles. Definidos os controles, foi-se a campo coletar amostras destes controles. Executando e analisando os resultados, chegou-se a duas conclusões que são apresentadas no capítulo IV.

2.9 Sistema Toyota de produção

O Sistema Toyota de Produção surgiu no Japão, através do entusiasmo da família Toyota pela indústria automobilística, que começou em meados de 1910, após a viagem de Sakichi Toyota aos Estados Unidos. Havia a crença de que a indústria automobilística se tornaria um dos principais setores da indústria mundial e, como decorrência desse fato, a Toyota Automatic Loom Works, que na época era uma grande fabricante de equipamentos e máquinas têxteis, pertencente à família Toyota, fundou em 1937 a Toyota Motor Co. O nascimento dessa ideia se fundamentou com a visita de seu filho Kiichiro Toyota, em 1929, às fábricas da Ford. Em 1942, a *Toyota Spinning & Weaving*, empresa do ramo têxtil, fundada por Toyota Sakichi (o pai da Toyota), foi dissolvida e, um ano depois, em 1943, Taiichi Ohno, que era o principal executivo, foi transferido para a *Toyota Motor Company* (GHINATO, 2000). Inicialmente a Toyota especializou-se em caminhões para as forças armadas, contudo seu propósito era de entrar na produção em larga escala de caminhões comerciais e carros de passeio. Entretanto, o envolvimento do Japão na II Guerra Mundial adiou os planos da Toyota.

Muller (2010) descreve o impacto da ideia de Ohno: Em 1956, Ohno visitou, nos EUA, as plantas da GM, Ford e outras empresas. Sua maior impressão, porém, foi com o sistema de supermercados prevalecente na América, que tinha chegado ao Japão por volta de 1950 e já era pesquisado no país anteriormente. Fez-se, então, uma conexão entre supermercado e Just in Time (JIT), surgindo à ideia do sistema kanban, que levou dez anos para se estabelecer por completo na Toyota Motor Company. Em 1963, configurou-se o início do kanban externo, ou seja, com partes entregues pelos fornecedores. A crise do petróleo em 1973 foi seguida de uma recessão que afetou governos, empresas e sociedades do mundo inteiro. No ano seguinte, a economia japonesa caiu para um nível de crescimento beirando a zero, e conseqüentemente muitas empresas estavam com sérios problemas. Contudo, a Toyota Motor Company, apesar de ter o lucro diminuído, ainda apresentou ganhos maiores em relação às outras empresas e esses foram mantidos de 1975 a 1977. Essa diferença cada vez maior entre ela e as outras

empresas fez com que as pessoas se perguntassem o que estaria acontecendo na Toyota. Descreve Ohno (1997): ‘ antes da crise do petróleo, quando eu conversava com as pessoas sobre a tecnologia de fabricação e o sistema de produção da Toyota, as pessoas demonstravam pouco interesse pelo tema. Contudo, quando o rápido crescimento parou, tornou-se bastante óbvio que a empresa não poderia ser lucrativa usando o sistema convencional de produção em massa americano, que havia funcionado tão bem durante tanto tempo’.

Os tempos haviam mudado, principalmente depois do fim da Segunda Grande Guerra. As pessoas não imaginavam que o número de carros produzidos iria chegar ao patamar de hoje. Nas décadas anteriores os Estados Unidos da América conseguiram baixar os custos de produção, produzindo em massa um menor número de modelos de carros. Isso era o modo de produção americano. No caso do modo de produção japonês, o problema era cortar custos, e ao mesmo tempo produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros (OHNO, 1997).

Imitar os Estados Unidos não era coisa ruim, pois eles geravam técnicas gerenciais, tais como: controle de qualidade (CQ); controle de qualidade total (CQT); e métodos de engenharia industrial (EI). O Japão importou essas ideias e as colocou em prática. Com a derrota do Japão e o fim da Guerra, em 1945, a empresa retoma seus planos para se tornar uma grande montadora de veículos. O objetivo de Kiichiro era alcançar a América em três anos e para isso eles teriam que aprender o método americano de produção. A força de trabalho japonesa era inferior às forças alemã e americana, os japoneses se encontravam em desvantagem. Então, “o pensamento que se disseminou no país era de que se eliminasse a perda e a produtividade poderia se multiplicar por dez”. Caso contrário, a indústria japonesa não sobreviveria (OHNO, 1997). A Toyota, então, buscou como foco um novo método de produção em que se poderiam eliminar as perdas, o que a conduziria ao alcance da América em três anos. Eliminando o desperdício, a produtividade deveria se decuplicar. Foi esta a ideia que marcou o início do Sistema Toyota de Produção. Os dois pilares da sustentação do sistema são: ideia de tempo e automação, ou automação com toque humano (OHNO, 1997). Toyota e Ohno levaram mais de duas décadas para implementarem suas ideias. O impacto se tornou enorme para a produtividade, tornando tais ideias produtivas através da qualidade e velocidade de resposta às demandas de mercado.

Na década de 80 o modelo japonês já se tornara hegemônico na filosofia Toyota de produção (MULLER, 2010).

O sistema de produção de passos múltiplos, que é característica de muitos sistemas de produção, envolve métodos de puxar e empurrar. Caracterizando o método empurrar, que nada mais é do que o planejamento da produção através da demanda e dos estoques

disponíveis, os períodos sucessivos de produção são determinados por informações padronizadas e preparadas em determinadas ocasiões para cada passo. Sendo assim, este tipo de produção faz com que o produto seja produzido sequencialmente. Já no sistema puxado, o processo final retira as quantidades necessárias do processo seguinte a esse momento, sendo ele repetido na ordem inversa, passando por todos os processos anteriores. (LIKER, 2005)

O Sistema Toyota de Produção é considerado um sistema puxado e para compreender o seu sucesso é necessário apropriar-se da filosofia por trás dele, sem ser desviado por aspectos particulares do sistema como o Kanban. Esse sistema não foi criado da noite para o dia, mas através de uma série de inovações em mais de trinta anos para aumentar a eficiência global e melhorar o ambiente de trabalho. Liker e Meyer (2007) definem a implantação do Sistema Toyota de Produção (STP) da seguinte forma: A implantação do STP, feita pelo princípio dedutivo da tentativa e erro, precisou mais de 20 anos para ser completada na Toyota Motor Company. Nesse período, os japoneses levaram ao mundo novos conceitos relativos às melhorias nos sistemas produtivos baseados, segundo Taiichi Ohno, em dois pilares básicos: *idéia in time* e a automação. Um amplo conjunto de novas técnicas foi desenvolvido para sustentar a implantação desses dois princípios, entre os quais: kanban, Operação-Padrão (*Standard Operation*), *takt-time*, Troca Rápida de Ferramentas, *lay out* Celular (multifuncionalidade dos operadores/colaboradores), Nivelamento da produção (*heijunka*), Controle de Qualidade Zero Defeito e Poka-Yoke, Manutenção Produtiva total (TPM) e 5s.

O objetivo principal do STP é a maximização dos lucros através da redução dos custos (MULLER, 2010).

O sistema adota uma estratégia agressiva de marketing, lançando novos produtos, conforme necessidades detectadas em pesquisas de mercado. Na fase de planejamento e projeto destes novos produtos, procura-se adequar o custo à margem de lucro desejado, já que os preços geralmente são impostos pelo próprio mercado concorrencial. Em termos de produção, o foco está voltado à redução de custos, principalmente em se tratando da redução das perdas durante o processo de produção. Sabendo que os pilares necessários à sustentação do sistema são *Just in time* e automação, há necessidade de descrevê-los (OHNO, 1997).

Just in time significa que, no processo de fluxo dentro do processo de produção, as partes necessárias à montagem teriam que alcançar a linha de montagem na hora certa e quantidade certa. Fazendo isso integralmente, a empresa poderia chegar ao estoque zero. Do ponto de vista na gestão de produção, esse é o estado ideal, porém, na indústria automobilística o número de processos envolvidos é enorme, sendo difícil aplicá-los ao plano

de produção de todos os processos de forma ordenada. E o processo de sinalização, forma de como indicar as necessidades, é chamado de Kanban (OHNO, 1997).

Automação ou automação com toque humano se explica da seguinte forma: muitas máquinas funcionam sozinhas uma vez que estejam ligadas, porém elas também produzem pequenas anormalidades, como por exemplo, uma queda de fragmento no seu interior pode causar defeitos nos produtos. Quando isso ocorre, dezenas e seguintes centenas de componentes defeituosos são produzidas e, como se acumulam, a produção em massa, comprometida, não pode ser evitada. Na Toyota uma máquina automatizada com um toque humano é aquela que está acoplada a um dispositivo de parada automática. Não será necessário um operador enquanto a máquina estiver funcionando normalmente, apenas quando a máquina para por uma situação anormal é que ela recebe atenção humana. Assim, um trabalhador pode atender outras máquinas tornando possível a redução do número de trabalhadores e aumentar a eficiência na produção (OHNO, 1997).

Para Ohno (1997): a redução dos custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que busquem sobreviver no mercado atual. Durante um período de grande crescimento econômico, qualquer fabricante pode conseguir custos mais baixos com uma produção maior. Mas, no atual período de baixo crescimento, é difícil conseguir qualquer forma de redução de custos.

Na verdade não existe nenhum método que seja mágico, é necessário que o sistema de gestão desenvolva a capacidade humana plenamente, a fim de realçar a criatividade e a operosidade, para assim utilizar bem as máquinas e eliminar todos os desperdícios.

O STP tem sido construído com base na prática e na evolução da abordagem científica, por isso surgiram os cinco porquês, que, os respondendo, pode-se se chegar cada vez mais perto das causas do problema, que, normalmente, estão escondidas nos casos mais óbvios. É o exemplo citado por Ohno (1997, p.37), quando diz: “Por que a máquina parou?; por que houve uma sobrecarga?; por que não estava suficientemente lubrificado?; por que não estava bombeando suficientemente?; e por que o eixo estava gasto?”. Repetindo-os por cinco vezes pode-se descobrir a raiz do problema e corrigi-lo.

A fábrica é a principal fonte de informação da manufatura. É ela que fornece as informações mais diretas, atualizadas e estimulantes sobre a gerência. O controle visual tem que ser estabelecido. Folhas de trabalho padrão, fixadas em locais visíveis em cada estação de trabalho permitem que, quando se olhe para o quadro de indicação (andon) tenha-se a visibilidade maior do problema. As informações nela contida são elementos importantes para que alguém da produção seja capaz de escrever uma folha de trabalho padrão que os outros

trabalhadores possam compreender, e assim realizar sua função. Além disso, o kanban como sinalização, usado como símbolo visual, ajuda na solução de problemas (LIKER e MEYER, 2007).

A eliminação do desperdício com exame dos recursos disponíveis, reagrupando máquinas, melhorando o processo de usinagem, instalando sistemas autônomos, melhorando ferramentas, analisando métodos de transporte e otimizando a quantidade de materiais disponíveis para o processamento, fará com que a empresa tenha alta eficiência da produção, pela prevenção de erros de produtos defeituosos, erros operacionais, acidentes, e incorporação das ideias dos trabalhadores. A melhoria do processo de produção está relacionada às seguintes etapas: processamento, inspeção, transporte e armazenagem (LIKER e MEYER 2007).

As ideias básicas do Sistema Toyota de Produção são métodos e técnicas para serem implementadas de forma sistemática, caso contrário, pode-se cometer sérios erros dos quais resultarão o fracasso do sistema. A conclusão do STP é a redução nos tempos do setup, através da troca rápida de ferramentas (TRF). É necessário, para seu sucesso, *Know how* para operar o sistema e, no caso de resolução de problemas, usa-se o *know why* o “sabendo o porquê”, para saber o que se está fazendo no caso de situações de mudanças (SHINGO, 2007).

Nos anos 60, o Sistema já era uma filosofia poderosa e a Toyota foi quem deu o primeiro passo para difundir o sistema “enxuto”. O modelo Toyota é mais do que ferramentas e técnicas, começando por Kanban que significa cartão ou sinal, e é uma ferramenta para administrar a produção e os fluxos de materiais num sistema de produção de puxar. Quando é adicionado o andon, um dispositivo instalado na área de produção, controle visual, que alerta os funcionários para defeitos ou mesmo anomalias no equipamento por meio de sinais de luzes e alarmes sonoros, torna-se mais fácil diagnosticar as irregularidades no sistema de produção.

Os trabalhadores são participantes ativos desse processo, pois o modelo estimula o envolvimento dos funcionários. A ideia *in time* é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permite que a empresa produza e entregue os produtos em pequenas quantidades, funcionando com lead times curtos para atender as necessidades do cliente, ou seja, ele entrega os produtos corretos, na hora correta e na quantidade exata (LIKER, 2005).

Outra ferramenta enxuta que facilita o trabalho de equipe é chamada de 5s (*seiri*: utilização ou arrumar, *seiton*: ordenação ou organizar, *seisou*: limpeza ou limpar, *seiketsu*: asseio ou higiene e *shitsuke*: autodisciplina ou disciplinar), que consiste numa série de

atividades para eliminar as perdas que contribuem para ocorrência de defeitos e danos. Enfatiza a educação, treinamentos e as compensações necessárias para incentivar os funcionários a manterem adequadamente os procedimentos operacionais (LIKER, 2005).

A palavra de origem Japonesa ***Kaizen***, ou seja, Melhoria Contínua, traz como ideologia o pensamento: “Hoje melhor do que ontem, amanhã melhor do que hoje”, ou seja, esta palavra está ligada à gestão de qualidade total e quer dizer Melhorar Sempre, Aprimoramento Contínuo. KAI = modificar e ZEN = para melhor... Exprime uma filosofia de vida oriental, da mesma maneira que o famoso 5s, que também tem como objetivo a busca da qualidade total e constantemente melhorada. Em outras palavras, um aperfeiçoamento dia a dia. Pode-se dividir o *Kaizen* em duas partes, uma **Técnica** e outra **Humana**:

- **Técnica** – Descobrir e eliminar todas as atividades que não agregam valor ao produto, ou a eliminação total dos desperdícios.

- **Humana** – Total envolvimento de todos na empresa, com a pré-disposição para mudanças e novos rumos em processos.

Pode-se dizer que o *KAIZEN* é uma estratégia de melhoria que reflete um esforço constante para oferecer produtos melhores a preços menores. Nessa filosofia estão inclusas uma série de técnicas que envolvem a manutenção de máquinas, controle de tempo na produção, controle de qualidade de produtos, sugestões de funcionários, atendimento ao cliente, entre outras atividades dependentes do homem, ou melhor, do relacionamento humano.

Conforme Liker (2005) o *kaizen* também é uma filosofia que luta pela perfeição e sustenta o STP no dia-a-dia; é o processo de realizar melhorias e atingir a meta enxuta de eliminar todos os desperdícios que adicionam custos e não agregam valores ao produto. O Kaizen ensina aos indivíduos habilidades para trabalhar de modo eficiente em pequenos grupos, resolver problemas, documentar, coletar e analisar dados e auto administrar-se num grupo de colegas. O sistema é sofisticado e concentra-se em apoiar e estimular as pessoas para que continuamente melhorem seu processo produtivo, e possui 14 princípios que estão organizados em quatro categorias amplas. São eles:

I – Filosofia de longo prazo

- Princípio 1: basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;

II – O processo certo produzirá os resultados certos

- Princípio 2: criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona;
- Princípio 3: usar sistemas puxados para evitar a superprodução;

- Princípio 4: nivelar carga de trabalho (heijunka);
- Princípio 5: construir uma cultura de parar a máquina e resolver problemas, obtendo qualidade logo na primeira tentativa;
- Princípio 6: tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação de funcionários;
- Princípio 7: usar controle visual para que nenhum problema fique oculto;
- Princípio 8: usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda os funcionários e processos;

III – valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros

- Princípio 9: desenvolver líderes que entendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e entendam os outros;
- Princípio 10: desenvolver pessoas e equipes excepcionais, que sigam a filosofia da empresa;
- Princípio 11: respeitar sua rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar;

IV – A solução contínua de problemas na origem estimula a aprendizagem organizacional

- Princípio 12: ver por si mesmo para compreender completamente a situação (*genchi genbutsu*);
- Princípio 13: tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções, implementá-las com rapidez;
- Princípio 14: tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (*hansei*) e da melhoria contínua (*kaizen*). A utilização da variedade de ferramentas do STP trará resultados em curto prazo nas medidas de desempenho, que não serão sustentáveis. Por outro lado, a organização que pratica verdadeiramente o conjunto completo de princípios estará seguindo o caminho de uma vantagem competitiva sustentável.

2.10 Métodos Ishikawa

Conforme Ferreira (2003), o Diagrama de Causa e Efeito apresenta a relação existente entre o resultado de um processo (efeitos) e os fatores (causas) do processo que possam de alguma forma afetar o resultado considerado. De acordo com Miguel (2006), este diagrama

consiste em uma forma gráfica utilizada como metodologia de análise para representar a relação existente entre o problema ou efeito indesejável do resultado de um processo e todas as possíveis causas desse problema, agindo como um guia para a identificação da causa principal deste problema e para apontar as medidas corretivas que deverão ser aplicadas.

Este diagrama também é chamado de Diagrama de Ishikawa e Diagrama 6M, pois parte do pressuposto de que as chamadas causas principais ou primárias são oriundas de possíveis fatores diversos – método, máquina, material, medições, mão-de-obra e meio ambiente – que, por sua vez, podem ter sido originados das causas secundárias, terciárias, etc.

O diagrama de causa-efeito pode ser elaborado perante os seguintes passos: identificação do efeito; realização do relato acerca das possíveis causas; construção do diagrama agrupando as causas em “6M” (mão-de-obra, método, matéria prima, medida e meio-ambiente); análise do diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras; e correção do problema. Basicamente, o resultado do diagrama é fruto de um *brainstorming*, também conhecido como tempestade de ideias, ou seja, pensamentos e ideias que cada membro de um grupo de discussão expõe, sem restrições e democraticamente.

Também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe (por seu formato), o Diagrama de Ishikawa (Kaoru Ishikawa- quem o criou) foi desenvolvido para representar a relação entre o efeito e todas as possíveis “causas”.

O efeito ou problema é colocado no lado direito do gráfico e as causas são agrupadas segundo categorias lógicas e listadas à esquerda.

Ele é desenhado para ilustrar claramente as várias causas que afetam um processo por classificação e relação das causas. Para cada efeito existem, seguramente, inúmeras categorias de causas. As principais podem ser agrupadas sob seis categorias conhecidas como só “6 M”: Método, Mão-de-obra, Material, Meio ambiente, Medida e Máquina.

Análise do problema – esta etapa é realizada tendo como suporte o diagrama de Ishikawa. Também conhecido como diagrama de “espinha de peixe”, constitui uma ferramenta gráfica que permite listar todas as causas de um determinado problema de acordo com 5 fatores, conforme apresentado na Figura 04:

- a) Máquina – relacionado com o próprio funcionamento e tecnologia incorporada na máquina;
- b) Material – influência do material do produto aplicado na máquina;
- c) Método – modo operatório e processo de atuação;
- d) Mão-de-obra – habilitações necessárias do operador;

e) Meio Ambiente – o ambiente envolvente da máquina (temperatura, humidade, por exemplo).

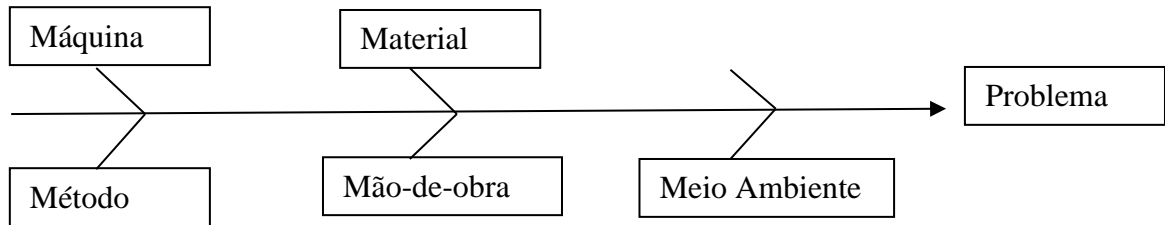


Figura 04 – “Espinha de peixe” para listar as causas de um problema

2.11 Definição de metas

As metas para a implantação de um projeto devem levar em consideração três fatores: 1. Existência e análise de indicadores que comprovem a situação inicial antes do início do projeto; 2. Definição do percentual de redução que se deseja alcançar; e 3. Definição de cronograma de implantação que contenha a sequência das atividades de implantação, os responsáveis por cada atividade e uma estimativa de tempo para a conclusão de cada uma. Este presente trabalho tem como meta de implementação o período de 1 ano, com uma redução das perdas em 20%, além dos ganhos de padronização de tarefas, satisfação e motivação dos colaboradores.

2.12 Escolha da equipe de implantação

A definição da equipe de implantação é um ponto de grande importância no projeto dentro da empresa. Ela é responsável pela velocidade e pelo sucesso das ações no projeto de implantação. Os *times* de implantação, conforme a Figura 05, são formados por funcionários que trabalham na melhoria das operações e processos; a equipe de implantação, por sua vez, coordena e acompanha o desenvolvimento da implantação na empresa.

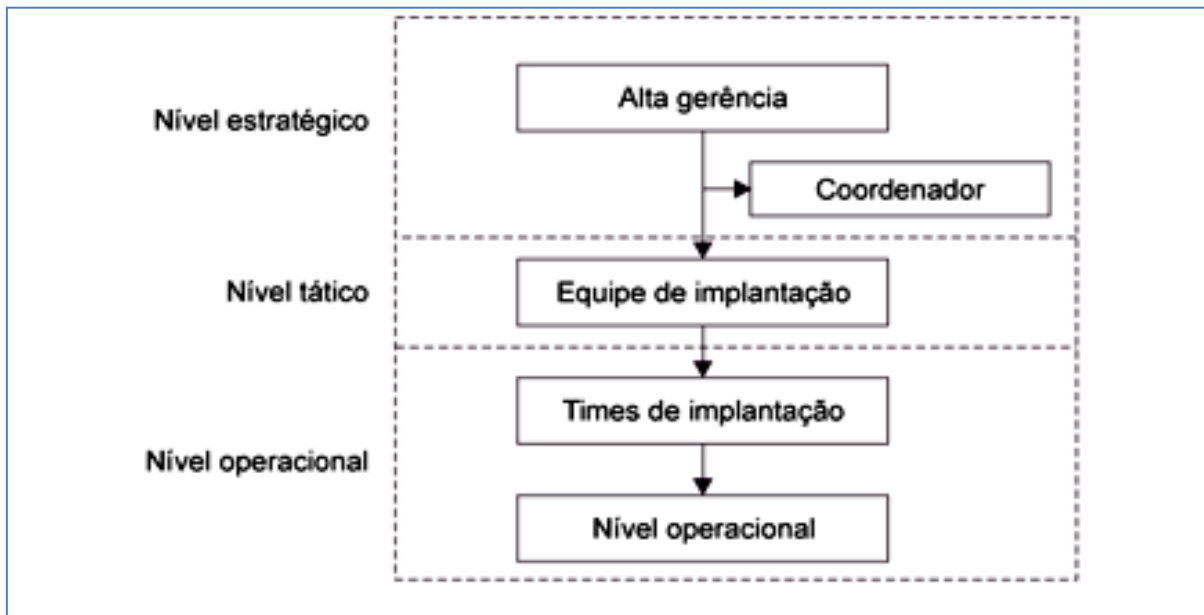


Figura 05 – Nível organizacional da empresa

De acordo com o nível organizacional apresentado na Figura 05, a alta gerência e o coordenador possuem a função de definir e acompanhar estrategicamente o projeto. A equipe de implantação é responsável pela definição e acompanhamento de todas as ações do projeto de implantação. Os times de implantação e o nível operacional (operadores de máquinas e auxiliares) são os responsáveis pela execução das ações definidas pela equipe de implantação.

Algumas características importantes que a equipe de implantação deve possuir são: conhecimento dos processos, autonomia, capacidade de liderança, posição de respeito e presença de representantes de todas as áreas da empresa.

2.13 Treinamento da equipe de implantação

O conhecimento das metodologias a serem repassadas à equipe de implantação deve ser abrangente, analisando todas as estratégias e técnicas de aplicação, com base em casos bem-sucedidos em relação à sua aplicação prática. Os seguintes aspectos devem ser observados durante o treinamento da equipe de implantação: 1. O número de participantes da equipe de implantação deve ser suficiente para que haja pelo menos uma pessoa da equipe em cada time de implantação, para atuarem como multiplicadores; 2. Emprego de exemplos práticos; e 3. O conhecimento adquirido pela equipe de implantação deve ser o suficiente para possibilitar o repasse da metodologia a todos os participantes dos times de implantação.

Quanto aos times de implantação, o treinamento pode ter enfoque voltado à aplicação prática da metodologia. O conhecimento de todas as estratégias e técnicas é importante, mas pode ocorrer de maneira menos abrangente, objetivando o entendimento, a conscientização da necessidade de redução, o comprometimento de todos os membros do grupo e a visualização de uma oportunidade de melhoria em relação à redução. O treinamento pode ser realizado pelos componentes da equipe de implantação, enfatizando características inerentes à cultura da empresa.

2.14 Definição da estratégia de implantação

A estratégia de implantação corresponde ao planejamento do projeto. O planejamento é a atividade que envolve a identificação das alternativas potenciais de ação que possam satisfazer um objetivo e a avaliação dos meios necessários para sua implementação (GHINATO, 1996). O primeiro passo para a definição da estratégia de implantação de uma metodologia é a definição de um coordenador para o projeto (ver Figura 7). Como características de perfil do coordenador, devem ser observados os seguintes aspectos: conhecimento das estratégias e técnicas para aplicação da metodologia; capacidade de liderança; poder e autoridade para tomada de decisões quanto a investimentos e mudanças; e conhecimento de sistemáticas para trabalho em grupos.

A função do coordenador é de controle e acompanhamento das ações definidas no cronograma de implantação. Nesse cronograma, todas as ações elaboradas pela equipe de implantação devem ser descritas em formulário-padrão, disponibilizado a todos os membros da equipe de implantação.

2.15 Definição do produto a ser abordado inicialmente

A **curva de experiência ABC**, também conhecida como **Análise de Pareto** ou Regra 80/20 (Figura 06), é um estudo que foi desenvolvido por Joseph Moses Juran, um importante consultor da área da qualidade que identificou que 80% dos problemas são geralmente causados por 20% dos fatores. O nome “Pareto” vem de uma homenagem ao economista italiano Vilfredo Pareto, que em seu estudo observou que 80% da riqueza da Itália estavam

nas mãos de 20% da população. E boa parte do entendimento da Curva ABC se deve à análise desenvolvida por Pareto.

A **Curva ABC** recebeu este nome em decorrência da metodologia utilizada, veja a explicação detalhada abaixo:

Classe A: de maior importância, valor ou quantidade, correspondendo a 20% do total;

Classe B: com importância, quantidade ou valor intermediário, correspondendo a 30% do total;

Classe C: de menor importância, valor ou quantidade, correspondendo a 50% do total.

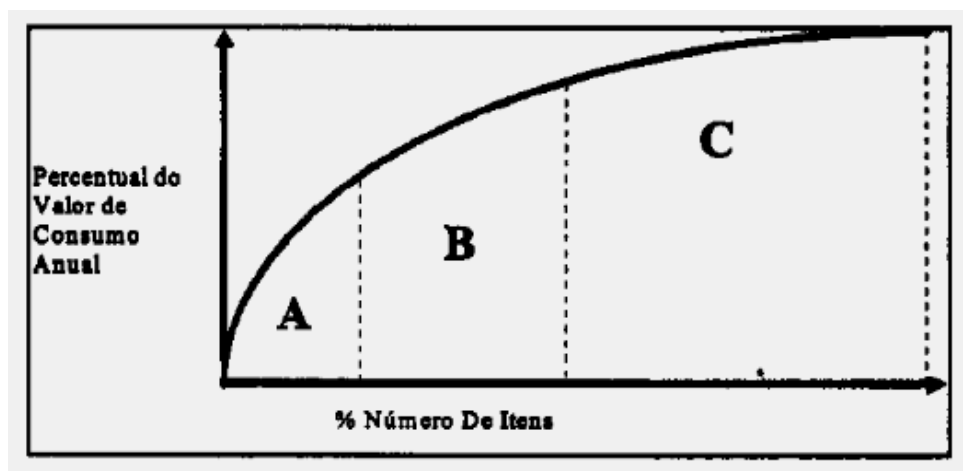


Figura 06 – Curva de experiência ABC - Análise de Pareto

Aqui é importante ressaltar que os parâmetros descritos anteriormente não podem ser encarados como uma regra matematicamente fixa e exata. Estes itens podem variar de organização para organização nos percentuais descritos. Por isso, é preciso muita atenção na hora de realizar a análise.

Nesta etapa, os esforços devem estar dirigidos a produtos pertencentes à categoria A da curva ABC dos produtos da empresa (para detalhamento sobre a classificação de itens usando a curva ABC, ver Elsayed e Boucher, 1994, entre outros). O uso da curva ABC pode determinar uma sequência de implantação da metodologia nos produtos da empresa e essa sequência deve levar a ganhos financeiros mais significativos, incrementando a motivação para maior utilização da metodologia na empresa. Produtos com ciclo de vida curto ou em final de produção não devem ser considerados.

A definição do processo inicial é um complemento da etapa anterior, pois, depois de verificado o produto a ser focalizado na primeira implantação da metodologia, deve-se determinar o processo piloto, seguindo a ideia de trabalhar no processo gargalo, em que os

ganhos possam efetivamente ser maiores. O processo piloto, trabalhado pelos membros da equipe de implantação, é um laboratório com a participação de todos esses membros; seus resultados positivos devem ser elementos promotores da motivação e envolvimento de toda a empresa.

2.16 Metodologia de intervenção

A metodologia utilizada será a da ferramenta 8D (oito disciplinas) devido a sua facilidade de resolver problemas complexos, visando à melhoria contínua de um produto ou de um processo. A metodologia é processada em oito disciplinas e enfatiza a sinergia das pessoas envolvidas. Originalmente foi desenvolvida pela Ford Motor Company, e a mesma combinou vários elementos de outras técnicas de resolução de problemas para moldar as oito disciplinas, instituídas na Ford, em 1987, no manual intitulado: *Team Oriented Problem Solving* (TOPS) (MARCHINI s.d.). Conforme Marchini [s.d.], a ferramenta 8D classifica-se da seguinte maneira:

D₁. Equipe de abordagem (Brainstorming) – estabelecer um pequeno grupo de pessoas com conhecimento, disponibilidade de tempo, autoridade e competência para resolver o problema e implementar ações corretivas. O grupo deverá selecionar um líder de equipe, apresentada acima e para isto é realizada uma reunião com a diretoria e gerente que define as pessoas responsáveis pelo projeto.

Brainstorming: ferramenta usada para um determinado grupo de pessoas desenvolverem o maior número de ideias de um determinado assunto (MEIRELES apud MESQUITA e VASCONCELOS 2010);

Após reunião com equipe de implementação foram levantados alguns motivos para as perdas em análise:

- Acerto de cor da tinta;
- Treinamento dos operadores;
- Tinta desbalanceada;
- Cyerel solto (Logotipo da marca da embalagem);
- Tamanho do lote mínimo;
- Desencaixe de cores;
- Umidade da fábrica;
- Qualidade da matéria-prima;

- Layout do papel;
- Papel incompatível com o formato da embalagem;
- Regulagem de máquina;
- Manutenção preventiva das máquinas.

D₂. Descrever o problema – descrever o problema em termos mensuráveis. Especificar de maneira clara e objetiva os problemas que ocorreram, tanto internos quando externos, da empresa. O principal problema identificado pela equipe foi a falha na impressão e deformação no fundo da embalagem. Durante o processo produtivo algumas embalagens foram produzidas não conforme, sendo descartadas, gerando perdas e atrasos de produção.

D₃. Implementar e verificar em curto prazo as ações corretivas – definir e implementar as ações intermediárias que irão proporcionar ao cliente a proteção pelas ações defeituosas, não ocasionando a perda significativa das mesmas, até que a ação corretiva permanente seja implementada. Verificação com os dados a eficácia dessas ações. Após verificação dos problemas, definiu-se criar e implementar um procedimento padrão para a máquina 030 que segue fluxograma apresentado na Figura 05, lote mínimo de produção, efeitos da qualidade da matéria prima e ambiente e suas relações. Para isto será utilizado um dos conceitos de Taguchi que é o de manter os demais parâmetros como estão e variar o que está em análise, etapa por etapa do processo. Para isto serão feitos alguns testes e acompanhamentos na produção, conforme apresentado na Figura 07:

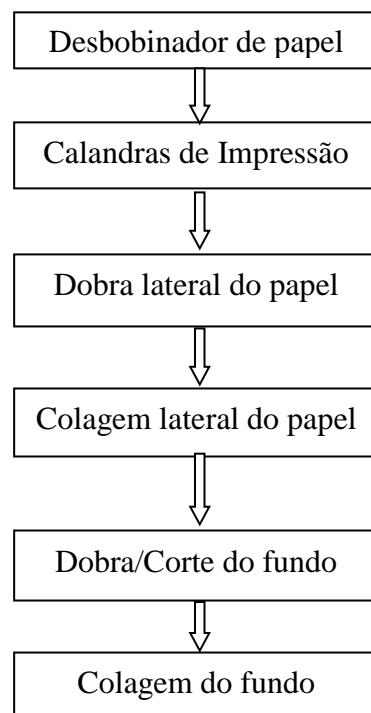


Figura 07 - Fluxograma do processo produtivo da máquina em estudo

- Desbobinador de papel: processo responsável pelo desbobinamento do papel que chega em rolos vindos do fornecedor.
- Calandras de impressão: processo responsável pela impressão dos logotipos que caracterizam o produto do cliente, sendo esses a marca.
- Dobra lateral: processo responsável pela dobra lateral do saco.
- Colagem lateral: processo responsável pela distribuição de cola e colagem da lateral.
- Dobra/Corte do fundo: processo responsável pelo corte e dobra do fundo.
- Colagem do fundo: processo responsável pela distribuição da cola no fundo do saco.

D4. Definir e verificar as causas – identificar todas as causas potenciais que poderiam explicar porque ocorreu o problema. Aplicar e testar cada causa potencial contra a descrição do problema e dos dados. Identificar alternativas de ações corretivas para eliminar a causa raiz, conforme o *Ishikawa* de causa, apresentado na Figura 08;

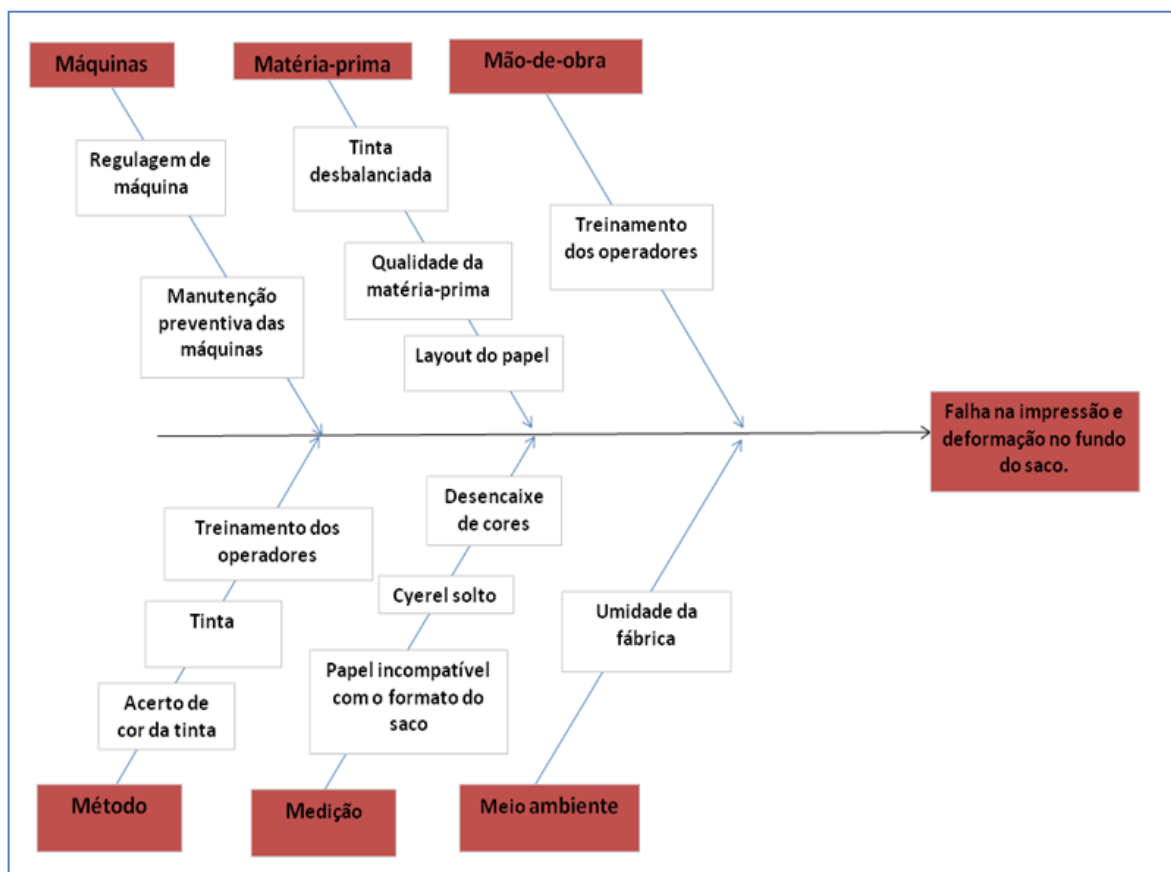


Figura 08 – Ishikawa de causa

D5. Verificar as ações corretivas – confirmar que as ações corretivas aplicadas resolverão o problema para o cliente ou fornecedor e não irão causar efeitos colaterais

indesejáveis. Definir outras ações, se necessário, com base na gravidade potencial do problema;

- **Primeira ação** - no decorrer dos dias, através de acompanhamentos com a equipe de implementação, foram ajustados alguns conceitos, junto com a produção. Entre eles, algumas trocas de set up (utilizou TRF) foram reformuladas, transformando set up internos em externos. Os clichês que eram trocados no cilindro após a máquina parada já são executados em cilindros reservas.

Foi criado dentro do Procedimento Operacional Padrão (POP), um padrão de regulação da máquina que tem o melhor resultado para o produto e redução das perdas.

- **Segunda ação** – após seguir as regulagens definidas no POP, foi realizado um teste para os dias abaixo, com lote padrão de produção, através de levantamento de dados apresentados na Tabela 03 e com a experiência dos envolvidos na produção do produto.

Tabela 03 – Levantamento diário de perdas

Dias/mês/ano	Produção Diária (kg)	Perdas Diária (kg)	% Perdas Diária (kg)
20/set/2012	6897,00	447,10	6,09
21/set/2012	6971,67	452,73	6,10
28/set/2012	10535,15	730,80	6,49
17/set/2012	6167,48	504,05	7,56
12/set/2012	5457,72	482,35	8,12
18/set/2012	6276,38	573,20	8,37
27/set/2012	9507,09	897,15	8,62
14/set/2012	6065,26	586,10	8,81
Média	7234,72	584,19	7,47

Após este levantamento conseguimos definir um lote mínimo de produto como ideal para redução de perdas, para que a perda seja reduzida de 9,43 para 7,47 , comparando-se os dados dos levantamentos diários com o histórico dos meses. Sendo assim, obteve-se uma redução. Para implementação deste procedimento de lote mínimo foram acompanhados os lotes nos dias acima citados, coletando a produção e perdas.

Devido à falta de padronização dos processos, a implementação do lote mínimo minimizaria a perda inicial do processo, fazendo com que a perda fosse diluída no decorrer da produção. Quanto maior o lote, mais diluída a perda será.

O lote de 7200 Kg é o mínimo exigido para se diluir as perdas.

O conceito utilizado para as alterações foi o Taguchi, no qual todas as causas do levantamento de *Ishikawa* foram mantidas e o lote padrão alterado. O mesmo é válido para as demais alterações, com TRF (*set up*) e padronização dos processos (POP).

D₆. Programar as ações corretivas – Definir e programar as ações corretivas necessárias permanentes para a eliminação total do problema em sua causa raiz. Escolher os controles para garantir que a causa seja eliminada. Acompanhar os efeitos em longo prazo e implementar controles adicionais, se necessário. Conforme acompanhamento/levantamento dos dados acima, conseguiu-se efetivamente os objetivos de redução das perdas. Mas não em sua totalidade.

D₇. Prevenir a recorrência – Modificar as especificações, o treinamento de colaboradores, o fluxo de trabalho; melhorar as práticas e procedimentos para prevenir a recorrência deste e de todos os problemas semelhantes. Os procedimentos definidos anteriormente foram padronizados através do POP, e o treinamento desse procedimento pela equipe de implementação. Este treinamento foi prático, no momento da coleta de dados e implementação do POP.

D₈. Felicitar a equipe – Reconhecer os esforços coletivos da equipe. Divulgar sua realização e compartilhar o conhecimento e aprendizado com toda a equipe envolvida, para auxiliar em possíveis falhas ou erros semelhantes que possam vir ocorrer.

CAPÍTULO III

Nesta sessão será descrita a metodologia aplicada para implementação das técnicas estudadas, desde a definição de metas à escolha da equipe, do produto e o convencimento dos envolvidos na indústria de embalagem de papel.

3 DEFINIÇÃO DOS MÉTODOS

3.1 Trabalhos Correlatos

Várias pesquisas foram revisadas para embasamento do trabalho desenvolvido. Dentre estas, o artigo publicado no VIII Convibra (2011) apresenta um resultado quantitativo referente à perda, mas as melhorias apresentadas são apenas de levantamento dos dados. Já no artigo do IV CNEG, os indicadores representam apenas uma técnica (TRF), deixando uma lacuna referente ao nosso referido trabalho.

Menezes (2012) e Turner (2008) não expressam indicadores, apenas melhorias no levantamento de dados. Lermen, Viana e Polacinski (2011) seguem a mesma linha de pesquisa. Verifica-se que o intuito principal dos trabalhos correlatos era melhorar o desempenho do levantamento das causas e dos tempos de preparação de máquina, conforme descritos na Tabela 04.

Tabela 04 – Trabalhos correlatos revisados para embasamento do trabalho desenvolvido.

TRABALHOS CORRELATOS				
Evento	Segmento	Técnica utilizada	Indicador de desempenho (%)	Evolução
VIII Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração (2011)	Indústria de papel e celulose	Ishikawa e PDCA	4,94	Melhoria no levantamento das causas
IV CNEG- Congresso nacional de excelência em gestão (2008)	Indústria de embalagens plásticas	Troca Rápida de Ferramentas	N/A	Redução tempo de set up
Dissertação de mestrado Uminho (2012)	Indústria de peças de plástico	5S, Sistema Toyota de Produção	N/A	Melhoria no tempo de produção e processo
Semana internacional das engenharias da FAHOR (2011)	Indústria gráfica	Controle Estatístico da Qualidade	N/A	Melhoria no levantamento das causa
Dissertação de mestrado Universidade Federal do Rio Grande do sul (2008)	Empresa de metal e mecânica	Sistema Toyota de produção, PDCA, Ishikawa	N/A	Melhoria no levantamento das causa

Após a implementação da técnica, comparou-se a empresa com outras empresas de médio e grande porte de segmentos distintos, visto que no estado de Goiás não temos outras neste segmento. Este levantamento foi realizado via e-mail e telefone, com baixo índice de retorno, sendo esse de 30%, e índice de resposta de 10%. Os órgãos governamentais não têm informações referenciais.

3.2 Descrição da empresa pesquisada e característica do produto

A história da embalagem no Brasil vai do simples barril de mantimentos no século XIX, de mera condição contentora, evoluindo aos substratos e equipamentos de última geração, resultantes de pesquisa e desenvolvimento em todos os elos da cadeia. Sem falar no premiado design, reconhecido mundialmente. Em “Embalagem, Arte e Técnica de um Povo- Um estudo da embalagem brasileira”, edição comemorativa dos 50 anos da Toga, em 1985,

sugere-se que lembrar o passado é reunir experiências vividas, delas tirando proveito para o presente e para o futuro, e cita também a embalagem brasileira como uma solução individual ou coletiva dos brasileiros, enquanto história da evolução tecnológica da embalagem industrial. Antes de resolver as equações do presente e do futuro é preciso olhar para trás. O passado ensina e só avança quem conhece sua própria trajetória.

É grande o desafio das empresas: lidar com a globalização de mercado, com a competição acirrada e com a similaridade tecnológica e, assim, garantir a expansão das empresas. Ao *design* de embalagem cabe criar boa parte das ferramentas que serão utilizadas como diferencial nesta competição. Em um levantamento de algumas embalagens antigas e de suas histórias, verificou que, em muitos casos, elas têm na verdade sofrido diversas modificações ao longo do tempo, mas tão sutis que passam despercebidas aos olhos do consumidor. Num mundo de tantas mudanças, e tão aceleradas, com imagens fugazes e passageiras, essas embalagens trazem ao consumidor o conforto do conhecido, mas nem por isso menos sedutor. Para as empresas que as possuem, elas representam verdadeiros patrimônios visuais que se traduzem em muito dinheiro, pois passa signos de contabilidade. Às vezes é uma letra que se inclina ou um *splash* que é acrescentado. Outras vezes as mudanças são técnicas, envolvendo tipos de impressão ou o tipo de material utilizado. “É mais ou menos como o Fusca”, compara Auresnede Stephan, professor de design. “Desde que foi desenhado pelo Ferdinand Porsche até o modelo que ainda hoje é produzido no México, várias mudanças ocorreram, mas a estrutura básica foi mantida”. Produtos e embalagens clássicos, na verdade, mudam para permanecer iguais – e terem o mesmo apelo de sempre. Não o apelo da nostalgia, das coisas paradas no tempo. Mas aquela característica tão perseguida e difícil de “fabricar” que é falar ao coração do consumidor, mexer com a sua memória afetiva. A história da embalagem no Brasil, do simples barril de mantimentos no século XIX, de mera condição de contentora, evoluiu aos substratos e equipamentos de última geração, resultados de pesquisa e desenvolvimento em todos os elos da cadeia. Sem falar no seu premiado design, reconhecido mundialmente.

A empresa aqui pesquisada é uma empresa com 35 anos de mercado, atuando no segmento de embalagens de papel, situada no Centro-Oeste do Brasil, com 63 funcionários, produzindo 120 toneladas/ mês. A matéria prima utilizada é o papel, que tem um grande apelo ambiental no que se refere à reciclagem ou decomposição, conforme Tabela 05.

Tabela 05– Tempo médio de decomposição está de acordo com Dunas(2001).

Resíduo	Material	Tempo médio de decomposição
Papel	Jornais, sacos de papel, guardanapos, papel para embrulho	2 a 6 semanas
Papelão	Caixas e embalagens de produtos	1 a 4 meses
Plástico	Sacos, copos descartáveis, canudos, embalagens alimentícias, sacos de nylon, embalagens PET, lonas plásticas	200 a 400 anos
Metal	Latas de bebidas e conservas, tampas de garrafas, pregos, arames e parafusos	100 a 500 anos (latas de alumínio)
Vidro	Garrafas, copos e vidraria de medicamento	Vidro
Outros	Caixotes de madeira, pilhas e trapos	Sem definição

Os produtos produzidos pela empresa são diversos. Abaixo veremos um breve descritivo desses:

- **Sacos multifoliados com fundo colado boca aberta:** Em até 5 folhas de papel *Kraft* natural 80 e ou 100 g/m², impressos em flexografia até 6 cores. Para melhor apresentação podem ser fornecidos com folha externa em papel *kraft* branco; branco plastificado; pardo plastificado e ainda saco plástico externo, tendo seu fechamento básico com costura, combinado, ou não, com selagem. Para atender às necessidades específicas de cada produto, podemos confeccionar estruturas com diversos tipos de barreira, para as finalidades de: aumento de resistência mecânica, proteção contra umidade, gases e altas temperaturas, etc. Para estes fins usamos diversos tipos de matérias primas como: PEBD, alumínio, *polinyon*, papel siliconado.

- **Principais aplicações:** Alimentos, Asfaltos, Químicos, Aromatizantes, Farmacêuticos e Resinas Plásticas. As figuras 09,10,11 e 12 ilustra bem está aplicação.



Figura 09 – Saco fundo colado boca aberta (sem sanfona)



Figura 10 – Saco costurado boca aberta (com sanfona)



Figura 11 – Saco costurado boca aberta (com sanfona) – Tubeira



Figura 12 – Saco *Pintch*

- **Sacos multifoliados com fundo e boca colados e valvulados:** Em até 5 folhas de papel *Kraft* natural 80 e ou 100 g/m², impressos em flexografia até 6 cores. Para melhor apresentação podem ser fornecidos com folha externa em papel *kraft* branco; branco plastificado; pardo plastificado e ainda saco plástico externo, para fechamento automático com manga confeccionada nos papéis: *kraft*, extensível e plastificado. Para atender as necessidades específicas de cada produto, podemos confeccionar estruturas com diversos tipos de barreira, para as finalidades de: aumento de resistência mecânica; proteção contra umidade, gases e altas temperaturas, etc. Para estes fins, usamos diversos tipos de matérias primas como: PEBD, alumínio, *polinyon*, papel siliconado.

- **Principais aplicações:** Alimentos, Asfaltos, Químicos, Aromatizantes, Farmacêuticos e Resinas Plásticas. As figuras 13,14,15 e 16 ilustra bem está aplicação.



Figura 13 – Saco valvulado



Figura 14 – Sacos fundo S.O.S
Máquina 030



Figura 15 – Saco costurado boca
aberta (com sanfona) – Máquina 030



Figura 16 – Saco costurado boca
aberta (com sanfona) – Máquina 05

- **Sacos de fundo quadrado:** Sacos de 1 ou 2 ou 3 folhas em papel *Kraft* branco ou natural impressos em flexografia em até 6 cores com fundo colado, com capacidade de $\frac{1}{2}$ a 30 Kg, utilizados nos seguintes segmentos: Produtos alimentícios, cosméticos, bombonieres e boca de caixa de supermercado. As figuras 17,18,19,20,21,22,23,24 e 25 ilustra bem esta aplicação.



Figura 17 – Saco S.O.S boca aberta (com sanfona) fechado – Máquina 05



Figura 18 – Saco S.O.S boca aberta (com sanfona) aberto - Máquina 05



Figura 19 – Saco sanfonado 1 – Máquina Matadoura



Figura 20 – Saco sanfonado 2 - Máquina Matadoura



Figura 21 – Saco S.O.S sanfonado fechado – Máquina 02



Figura 22 – Saco S.O.S sanfonado aberto – Máquina 02



Figura 23 – Sanfonado fechado Matadoura



Figura 24 – Sanfonado aberto Matadoura



Figura 25 – Saco costurado boca aberta (com sanfona) – Máquina 030

- **Sacolas de papel com alças de papel ou nylon:** sacolas confeccionadas em papel Kraft branco ou natural, impressas em flexografia em até 5 cores, com alças de papel torcidas ou dobradas.

- **Utilizados nos seguintes segmentos:** Armazéns, *Fast-Food*, Papelarias, Bazares, Feiras de Negócios, Presentes, Boutiques, Lanchonetes, *Rotisseries*, Calçados, Lingerie, Shopping Center, Conveniências, Mercarias, *Surf Wear*, Cosméticos, Moda Feminina, Masculina e Infantil.

3.3 Descrição da equipe de solucionadores de problema

Em reunião com a alta diretoria da empresa, ficou estabelecido que a equipe que seria responsável pela implementação dos métodos seria respaldada pelo gerente industrial. A equipe foi definida da seguinte forma:

I- Responsável pelos dados- Encarregado do PCP;

II- Responsável pelas implementações técnicas- Encarregado de Produção e operadores de máquina;

III- Responsável por treinamentos e esclarecimentos- Mestrando em Engenharia de produção.

3.4 Convencimento da alta gerência

A alta gerência pode ser considerada o nível hierárquico da empresa que possui maior grau de influência nas decisões que envolvam mudanças que necessitem de investimentos ou tenham, como resultado final, alterações significativas no processo de manufatura da empresa. O convencimento da alta gerência pode ser promovido pela visualização da necessidade de mudança e dos possíveis resultados de melhoria. Tais argumentos permitem obter o comprometimento dessa classe diante a introdução de um novo processo; no caso, as metodologias abaixo.

A necessidade de mudança, seja imposta pela alteração das características de mercado, seja pela visualização das melhorias que podem ser alcançadas, é favorável à solidificação da posição da empresa em seu mercado alvo.

3.5 Perfil dos integrantes ideais das equipes de análise de problemas

Após diversas pesquisas com equipes de análise e solução de problemas, Chaudhry(1999) encontrou dez características específicas nos integrantes das equipes com maiores êxitos. Estas características ou qualidades trabalham concomitantemente para motivar cada indivíduo a formar um conceito detalhado do problema, mapeando possíveis soluções. As dez características são:

- Criatividade: Um bom solucionador de problemas é um gerador e receptor de ideias, possibilidades, conceitos e pontos de vistas dos membros da equipe;

- Liderança: Todos os membros da equipe devem possuir certo grau de liderança relacionado com auto segurança e autoestima. Os líderes devem direcionar o grupo para o cumprimento de metas e prazos;

- **Análise:** Os integrantes devem ter capacidade de análise para simplificar o que é complicado através da separação e recombinação de elementos de uma maneira lógica. É a habilidade de quebrar o problema maior em diversas partes, estudando as partes separadamente e retirando conclusões;

- **Estruturação:** Ser estruturado implica na habilidade de organizar as partes do problema em relação às outras. Os mestres em solucionar problemas têm facilidade para avaliar e reorganizar as partes de um problema, a fim de iniciar uma correção no processo, rearranjando-o de acordo com um objetivo pré-estabelecido. Solucionadores de problema com forte estruturação conseguem distinguir as informações relevantes e descartar as irrelevantes;

- **Sistêmico:** Pessoas sistêmicas são normalmente ordenadas e metódicas. Este tipo de pessoa tende a seguir os planos estabelecidos e a organização do sistema;

- **Intuição:** Pessoas com esta característica geram imagens mentais de suas atividades. Esta característica combinada com pensamento analítico produz resultados mais satisfatórios do que quando aplicadas em separado;

- **Crítico:** O crítico faz um esforço para entender as coisas, questionando os argumentos. Assim, examinando o problema criticamente, eliminam-se as ideias geradas que não apresentam correlação ao problema inicial. Pensadores críticos auxiliam a encontrar a causa raiz do problema e gerar uma solução eficaz;

- **Informativo:** Um bom integrante de uma equipe de solução de problemas deve saber dividir suas informações e conhecimentos;

- **Síntese:** Uma pessoa com forte poder de síntese é capaz de combinar conceitos distintos formando um conceito único, conciso e razoável;

- **Orientador:** Uma pessoa orientadora do time é um ouvinte, adaptável e cooperativo. O orientador de times tende a dominar pré-julgamentos, avaliar objetivamente as informações e manter o ambiente do time produtivo.

3.6 Metodologia

Esse trabalho procura descrever sistematicamente uma área de interesse, ou fenômenos (LAKATOS; MARCONI, 2001), podendo ainda ser definido como exploratório, por procurar inicialmente o entendimento de um determinado fenômeno, para depois, explicar suas causas e consequências (GIL, 1999). Esse estudo ainda apresenta características qualitativas, em que, de acordo com Mattar (1999), identifica-se presença ou a falta de algo, não se preocupando

em medir o grau em que algo está presente. Para o processo de pesquisa foi utilizada a técnica do estudo de caso, a qual, conforme Gil (1999), apresenta como objetivo a análise profunda e exaustiva de uma , ou de poucas questões, visando permitir o seu amplo conhecimento ou seu detalhamento.

Conforme os procedimentos metodológicos, os dados foram coletados da seguinte forma: com o auxílio dos colaboradores do setor, através de dados armazenados em sistema, e de uma entrevista não estruturada aos colaboradores.

A coleta dos dados secundários foi procedida através de documentação já existente, como artigos científicos, sites especializados, livros e teses.

3.7 Levantamento de dados da empresa

A empresa analisada atualmente trabalha em horário administrativo, fazendo fechamento de perdas diárias e acumulativas. Como são várias máquinas e diversos produtos, o peso da perda é contabilizado a partir de todas as máquinas juntas, da mesma forma que o total produzido.

Este tipo de fechamento condiz com as condições atuais da empresa, pois os lotes de produção são pequenos, gerando várias trocas e necessidade de regulagens das máquinas.

O processo de controle é realizado por um colaborador que vai pesando todas as perdas no decorrer do dia, fechando o total, conforme mostrado na Tabela 06.

Tabela 06 – Dados de perda da empresa

Controle de perdas			
Mês	Produção (Kg)	Perdas (Kg)	Perdas (%)
Março 2012	142.019	10.671	7,51
Abril 2012	95.166,95	8.925,83	9,38
Maio 2012	127.802	11.873	9,29
Junho 2012	137.545	12.326,3	8,96
Julho 2012	150.851	14.841,28	9,84
Agosto 2012	162.360	14.262,08	8,78
Setembro 2012	135.487	12.781,7	9,43

As perdas são vendidas a um preço menor e não sendo essas de 100%, este valor é irrisório, se comparado com o valor de matéria prima.

A empresa é complexa devido a sua variedade de produtos e tamanhos, conforme apresentados na Tabela 07, onde se pode verificar, com a utilização dos nomes conhecidos industrialmente das máquinas, um pouco desta complexidade.

Tabela 07 – Descritivo dos equipamentos da empresa

Descritivo dos equipamentos da empresa				
Máquina	Fabricante	Produto	Utilização do Saco	Produção un./h
Matadoura	São José	Sacos sanfonados	Padaria, sacos pequenos para hambúrguer	2500 sacos
Máquina 02	Profama	Sacos S.O.S	Sacos internos de farinha, Lã de aço	9000 sacos
Máquina 05	Profama	Sacos S.O.S	Sacos internos de farinha, Lã de aço	3300 sacos
Máquina 030	Profama	Sacos Sanfonados S.O.S e sacos fundos costurados	Sacos para semente, leite em pó.	2000 sacos
Tubeiras	Profama	Sacos fundo costurado	Sacos para semente, leite em pó.	1650 sacos
Máquina de costuras	Profama	sacos de fundo costurado	Costurar sacos de semente, leite em pó.	1700 Sacos
Tubeira escalonada	Marino Gramegna	tubos e recortes	Subproduto interno	2500 sacos
Coladeira AD1600	Wind Muller	Fechamento do saco e colocar válvula	Subproduto interno	2500 sacos

3.8 Coleta de dados

Os dados foram coletados em duas etapas:

- 1- Levantou-se os produtos e as máquinas em que cada produto era produzido e suas respectivas perdas, por um período de 5 dias.
- 2- Após a coleta 1, coletou-se as perdas da máquina em estudo, utilizando um lote padrão de 280 unidades.

Todos os dias era fixado um parâmetro que poderia ser regulado. Mantendo os demais fixos, a perda era contabilizada em %.

Os dados apresentados nos gráficos 02, 03 e 04 para identificação dos principais problemas foram coletados todos os dias, observando-se os descartes das máquinas e catalogando-os por um período de 5 dias.

Os gráficos 03 e 04 apresentados abaixo refletem o que a equipe de implementação já tinha dito em entrevista de forma não estruturada e conforme apresentados nos gráficos.

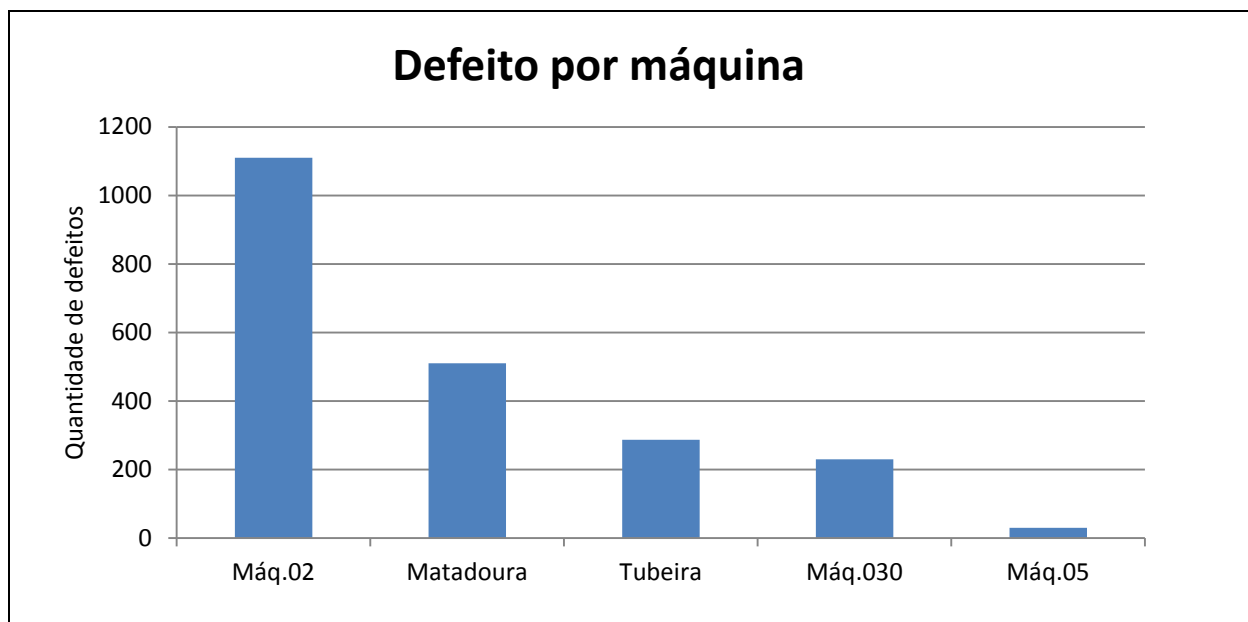


Gráfico 02 - Defeitos separados por máquina em unidades

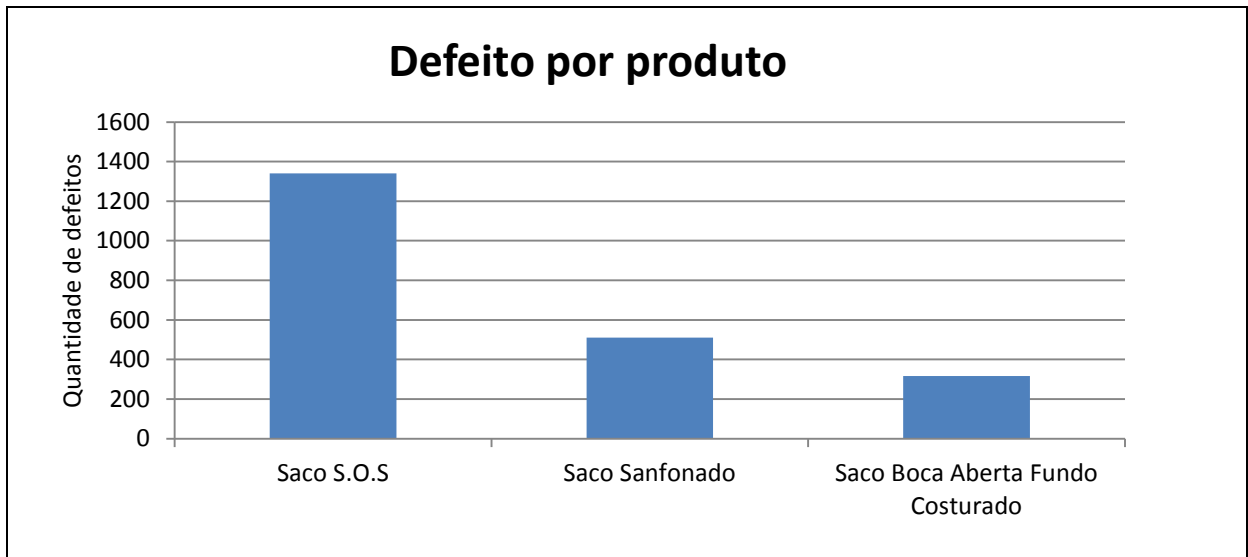


Gráfico 03 - Defeitos separados por produtos em unidades

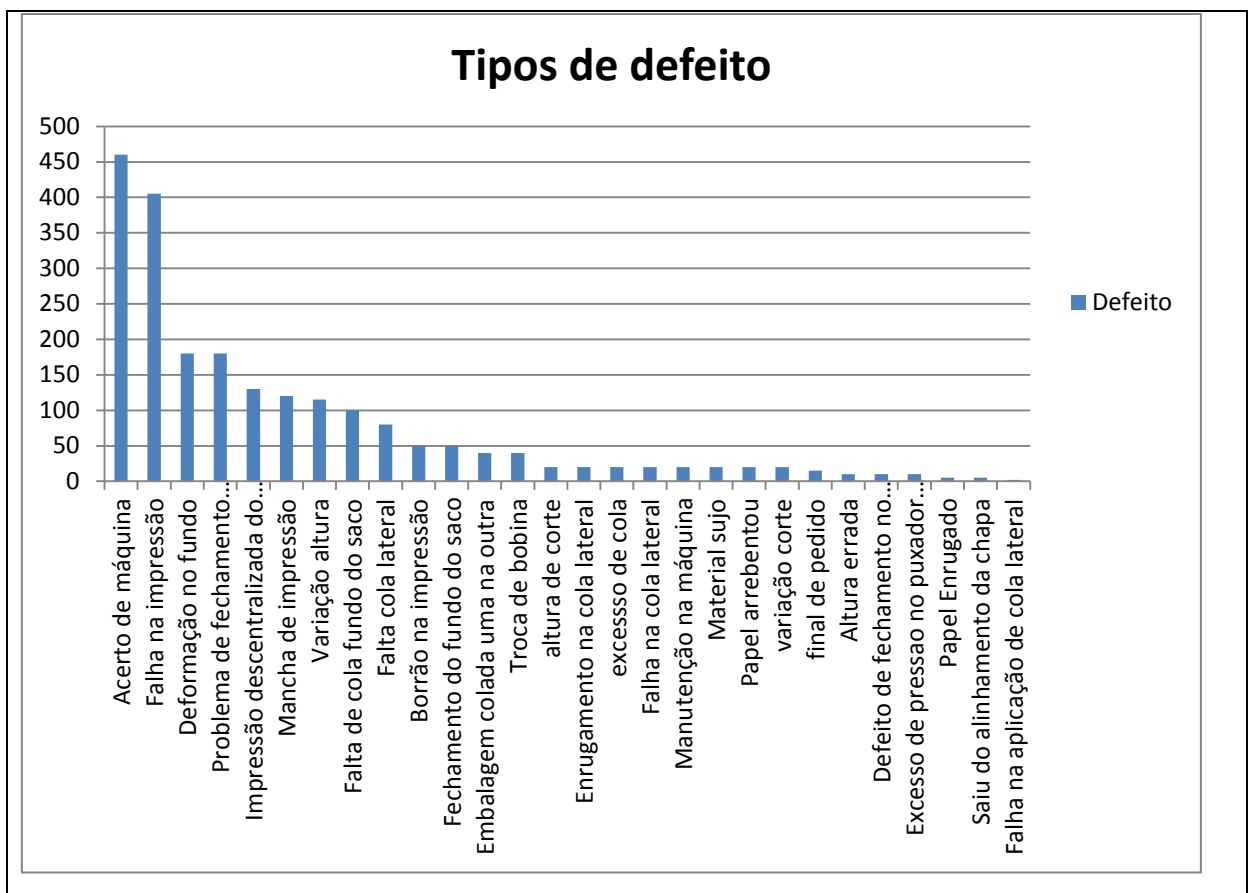


Gráfico 04 - Tipo de defeitos em unidades

3.9 Identificação dos problemas

Após os levantamentos dos problemas, avaliação dos dados e reunião com o gerente industrial, foi definido trabalhar com a máquina 030, que produz embalagem de fundo

costurado ou colado, pois o produto tem a característica de perdas 20 vezes maior que os demais (volume de material). Seguindo esta linha de pensamento, concluiu-se que os números em percentual da máquina 030 é superior aos demais, mas os tipos de defeitos continuam os mesmos. Seguem os gráficos 05, 06 e 07 com estas ponderações de conversão de unidade para peso.

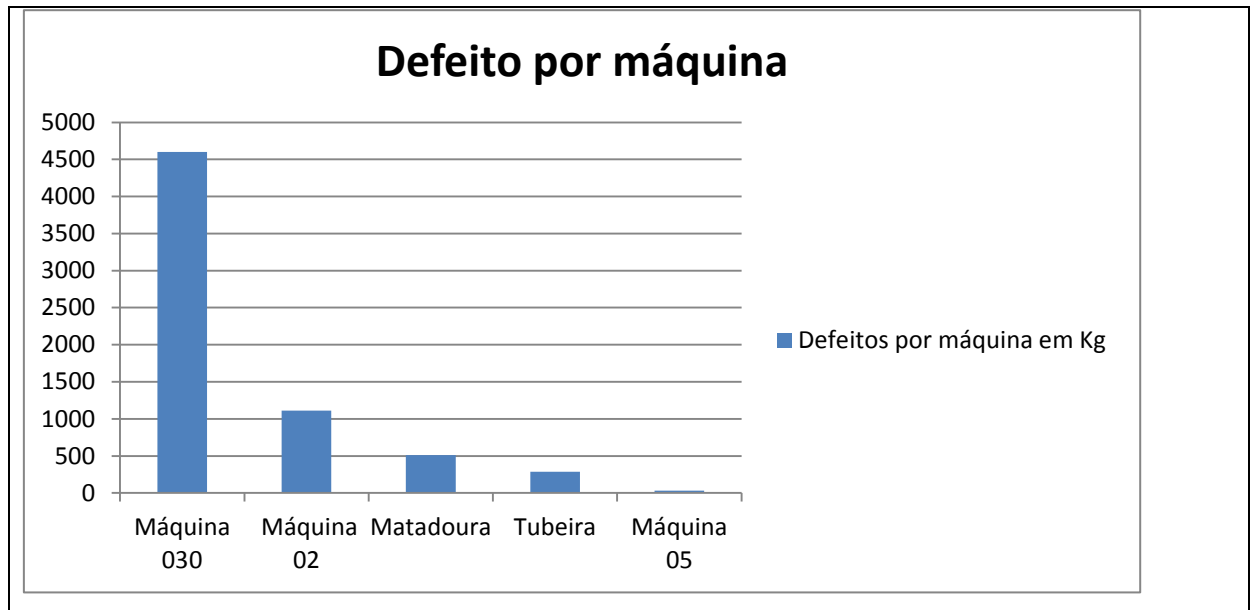


Gráfico 05 - Defeitos separados por máquina em kg



Gráfico 06 – Defeitos separados por produtos em kg

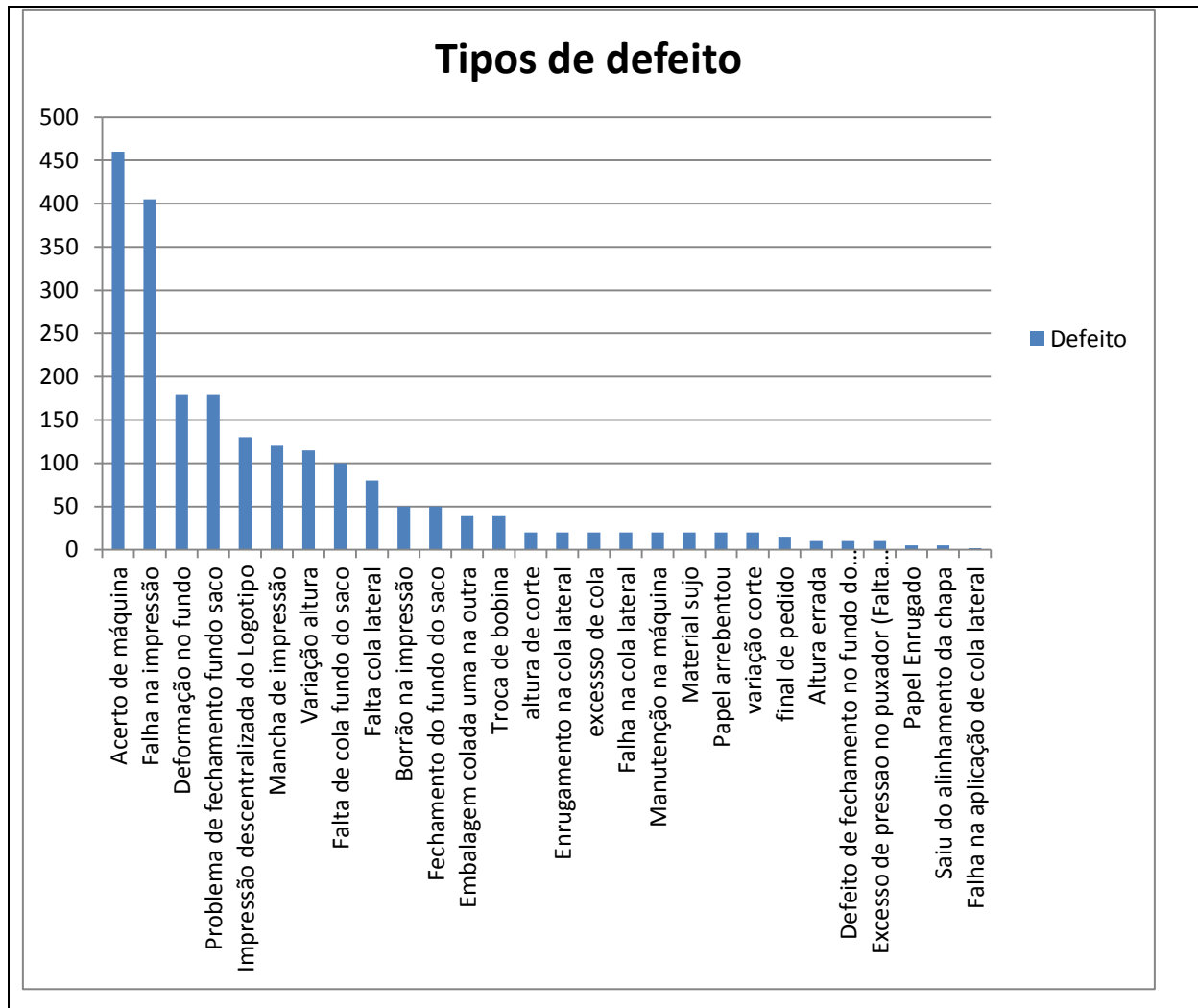


Gráfico 07 – Tipos de defeitos em kg

Após analisar o gráfico 07, com o grupo de implementação, decidiu-se trabalhar com a máquina 030, produto embalagem boca aberta fundo costurado e os 03 principais defeitos apresentados no gráfico 05, que são descritos anteriormente, representam 48% das perdas da fábrica, ou seja, 4,33% do volume de produção. Os defeitos são:

- Acerto de máquina: Perdas representadas por início de produção e regulagem de máquina;
- Falha de impressão: No decorrer do processo a impressão do saco não fica conforme, necessitando reajuste;
- Deformação no fundo: No decorrer do processo o fundo do saco não fecha conforme, necessitando reajuste;

3.10 Levantamento de dados ANOVA

Após os levantamentos e as observações preliminares, foram feitas algumas conclusões referentes aos volumes de produção. Observou-se que o ideal seria a criação de lotes mínimos, mas faria-se necessário um levantamento mais aprofundado dos dados.

O levantamento aprofundado foi realizado da seguinte forma:

1. Os fatores utilizados foram fator impressão e fundo do saco (fechamento);
2. Fixamos os lotes= 280 unidades;
3. Em dias diferentes os parâmetros eram fixados, e apenas um era regulado, ajustado;
4. As perdas eram contabilizadas em %, indiferentemente do defeito encontrado.

Estes são apresentados na Tabela 08, o levantamento aprofundado e os resultados obtidos.

Tabela 08 – Levantamento de dados ANOVA para lotes de 280 unidades. (% perdas)

REGULAGENS		FATOR FUNDO DO SACO				
		S1	S2	S3	S4	S5
Fator Impressão	D1	2	7	0,5	0,5	0,5
		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	D2	2	7	0,5	0,5	0,5
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	D3	2	7	0,5	0,5	0,5
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	D4	2	7	0,5	0,5	0,5
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	D5	2	7	0,5	0,5	0,5
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	D6	2	7	0,5	0,5	0,5
		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

LEGENDA

D1- Regulagem na estampa 01;

D2- Regulagem na estampa 02;

D3- Regulagem na estampa 03;

D4- Regulagem na cola lateral;

D5- Ajuste da cor da tinta;

D6- Ajuste do encaixe das imagens e/ou textos;

S1- Regulagem nas pinças;

S2- Regulagem no fundo do saco;

S3- Regulagem nas facas de corte;

S4- Regulagem nas velocidades;

S5-Regulagem no puxador do papel;

REGULAGENS

- Regulagem na estampa 01 - após a colagem do clichê no cilindro porta-clichê, pressiona-se o mesmo no papel, para dar início à formação da imagem ou texto no papel em que é confeccionado o saco.

- Regulagem na estampa 02 – faz-se o mesmo procedimento da estampa 01, porém tem que se respeitar a altura de impressão para que a composição das cores forme a imagem ou texto.

- Regulagem na estampa 03 – faz-se o mesmo processo da estampa 01, porém tem que se respeitar a altura de impressão para que a composição das cores forme a imagem ou texto.

- Regulagem na cola lateral - tem que se alinhar o papel ou papeis para que o(s) mesmo(s) tenha(m) a linha de cola na posição correta. Em seguida, alinhar os discos que transferem a cola para a posição ideal de fechamento.

- Ajuste da cor da tinta - a tinta é colocada em banheiras que passam os anilox (responsáveis por levar a tinta para os clichês para originar os impressos) e a mesma é corrigida de acordo com a cor desejada.

- Ajuste do encaixe das imagens e/ou textos - os cilindros porta clichê podem ser ajustados conforme a altura e lateral. Isto tem que ocorrer com a máquina em movimento.

- Regulagem nas pinças - as pinças são reguladas conforme as espessuras e larguras dos papeis, sendo elas ajustadas para dentro ou para fora, conforme a necessidade.

- Regulagem no fundo do saco - conforme o tamanho do fundo do saco, os cortes laterais, frontais e do verso são feitos para posterior fechamento e colagem.

- Regulagem nas facas de corte - são reguladas conforme o tamanho da embalagem, sendo estes cortes maiores ou menores, conforme os produtos a serem fabricados.

- Regulagem no puxador do papel - de acordo com o papel a produzir as embalagens, o mesmo é ajustado visualmente à pressão dos cilindros. Caso os papeis estejam caindo, aumenta-se a pressão; ou em caso de esmagamento desses, diminui-se a pressão.

3.11 Resultados gerados

Após a organização dos dados da tabela 07, foi realizada a análise de variância para verificar a existência de efeitos principais entre o fator de impressão e a calibragem de fechamento do fundo dos sacos. O software utilizado novamente foi o R, e os resultados podem ser vistos na Tabela 09.

Tabela 09 – Resultados gerados através do programa R.

Anova Table (Type II tests)											
Response: Defeitos (em percentual)											
	Sum Sq	Df	F value	P- Valor							
Cortes (Fundo do saco)	95.1	4	6.7607	0.0005283 ***							
Estampas (Impressão)	5.0	5	0.2844	0.9179736							
Cortes:Estampas	0.0	20	0.0000	1.0000000							
Residuais	105.5	30									

Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'	0.05	'.'	0.1	' '	1

Os resultados da análise de variância, apresentados na Tabela 09, indicam diferença significativa na calibração dos cortes e colagem do fundo do saco (P-valor =0,0005283), no entanto, o mesmo não ocorre na calibração nos níveis do fator Estampas (impressões) e além disso não existem interações entre os dois fatores abordados (P-valor igual ou muito próximo de 1). Durante a observação experimental, observou-se que a não integração dos parâmetros poderia conseguir um ajuste com resultados melhores.

O Gráfico 08 ilustra que não existe interação entre os fatores impressão e corte dobra (as linhas não se interceptam) e , além disso, indica que dentro do fator corte e dobra o nível S2 (fundo do saco) difere significativamente dos outros níveis, para qualquer que seja a calibração do fator impressão, indicando assim que a regulagem no fundo do saco (S2) é o fator que mais contribui significativamente no aumento do percentual de defeitos na fabricação das embalagens, de forma que ele impacta mais nas perdas do processo produtivo, estando muito superior aos demais parâmetros.

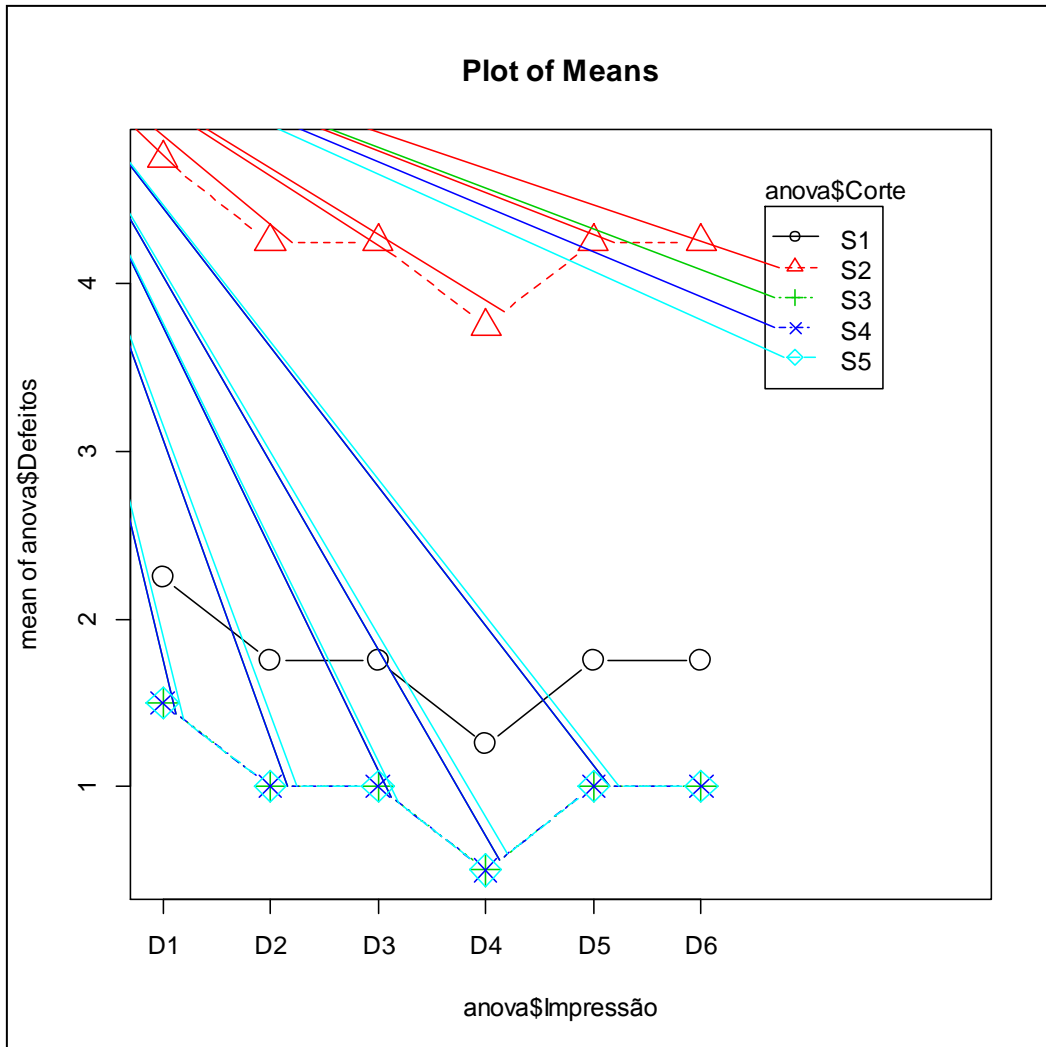


Gráfico 08 - Interação entre os fatores impressão e corte dobra.

O Gráfico 09, baseado no Teste *Tukey*, apresenta o nível de confiança para as regulagens analisadas e identifica a relação da diferença de níveis para o Fator 1. Novamente é mostrado que o nível S2 é o mais significativo em relação ao percentual de perdas, fato que foi identificado pela análise de variância (Tabela 08) e pelo Gráfico 08.

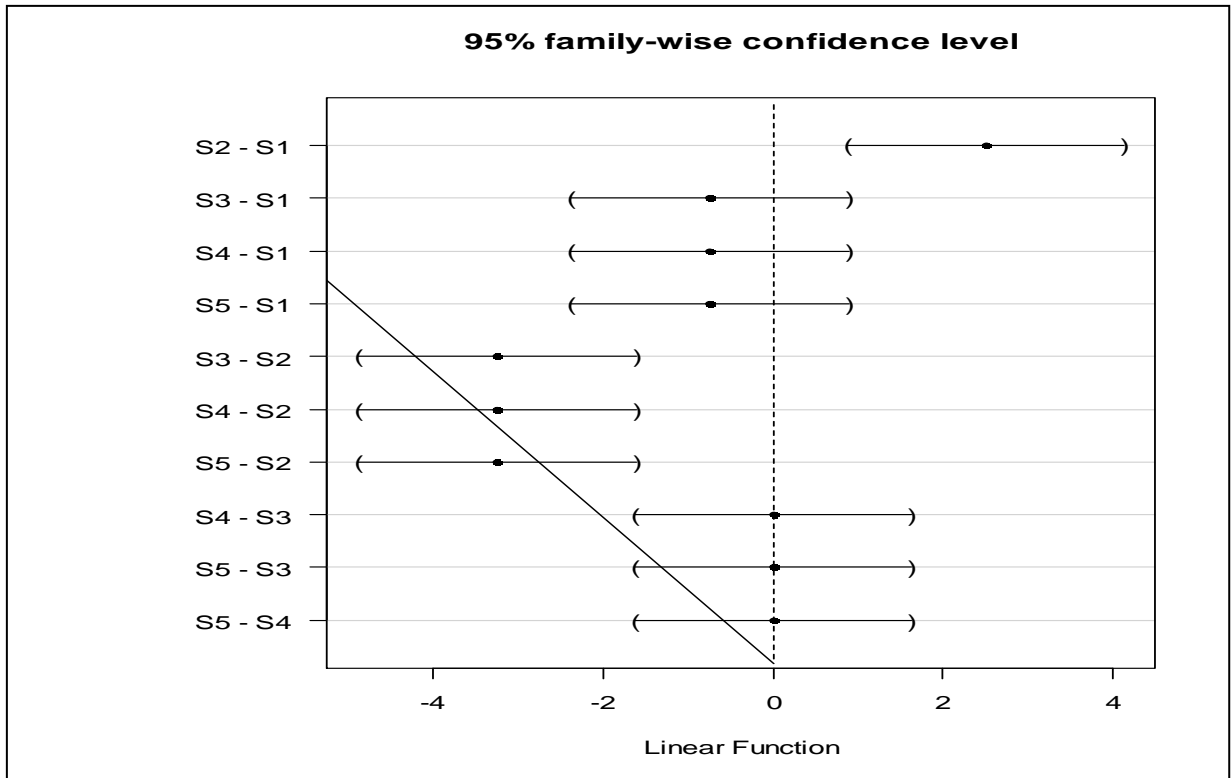


Gráfico 09 – Nível de confiança apresentado pelas regulagens- teste *Tukey*.

CAPÍTULO IV

4 COMENTÁRIOS FINAIS

O tema desta dissertação corresponde aos métodos e sistemáticas de análise e solução de problemas, abordados no cenário da indústria de embalagens de papel. O principal objetivo foi investigar e comparar a utilização dos métodos de análise e solução de problemas aplicados no chão de fábrica com os modelos teóricos. As análises foram realizadas comparando os modelos teóricos com a prática observada na empresa em estudo. Através das análises, foi possível identificar a situação da empresa em estudo, identificar a aplicação correta (ou não) das metodologias de análise e solução de problemas empregados pelos grupos internos de solução de problemas, e sugerir melhorias.

Para execução e compreensão deste trabalho, foi realizada uma revisão da literatura, envolvendo os tópicos acima descritos. Com relação à produção, foram abordadas algumas definições de produção, embalagens, históricos e conceitos.

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho houve várias melhorias percebidas, além dos resultados numéricos. São elas:

- Motivação da equipe;
- Envolvimento com os resultados;
- Crescimento profissional em termos técnicos;
- Uma maior organização e padronização dos resultados.

Durante o levantamento, foi observado que o lote mínimo era um ponto a ser melhorado, o que levou à constatação de que apenas a implantação do lote mínimo seria suficiente. Então, iniciou-se uma investigação mais aprofundada, utilizando o sistema taguchi e observou-se que novas melhorias poderiam ser aplicadas.

4.1 Discussão dos resultados obtidos

Comparando-se as situações anterior e posterior à implementação das melhorias, podem-se destacar as seguintes mudanças, utilizando apenas o lote mínimo como parâmetro:

Redução de 1,96 nos seguintes tempos:

Redução no tempo de atravessamento;

Redução no tempo de processamento;

Redução do *lead time*;

Redução do custo;

- Redução no tempo de atravessamento: o tempo para o início e finalização de um produto;

- Redução no tempo de processamento: o tempo gasto para o processamento de um produto;

- Redução do *lead time*: *lead time* menor indica um aumento na satisfação do cliente;

- Redução de peças semiacabadas defeituosas: o índice de 20,78% das perdas foi reduzido e com isso também os desperdícios, melhorando a preservação ambiental;

- Redução de mão-de-obra: não houve redução devido ao quadro de funcionários ser composto com o número mínimo para o processo produtivo;

- Redução do custo: Custos totais envolvidos na produção: energia, matéria prima, depreciação de máquina e aumento no faturamento.

Dados iniciais levaram ao lote mínimo que rendeu bons resultados e padronizações de lotes, inicialmente havendo uma perda de 9,43 ,resultando para 7,47. Mas foi percebido que tais números poderiam ser melhores se observadas mais detalhadamente as causas das perdas.

Ao se utilizar a ANOVA, pode-se observar que, com regulagem mais efetiva e padronizada no sistema de fechamento e formação do fundo do saco, pode-se ter melhoras muito mais significativas e consistentes.

Ao final dos acompanhamentos e levantamento dos dados, os gráficos sinalizaram que o principal motivo das perdas é a regulagem no fundo do saco, devido à demanda de tempo e complexidade do processo de regulagem.

As melhorias não mensuráveis foram imensas devido à motivação, determinação e empenho para obtenção dos resultados.

Devido à mudança no corpo gerencial da empresa em estudo, não foram realizados testes após a análise, para obtenção de resultados.

4.2 Sugestões para próximos trabalhos

Este trabalho demonstrou que há uma grande lacuna a ser preenchida para que as metodologias de análise e solução dos problemas sejam efetivamente incorporadas ao

cotidiano da empresa em estudo. Conforme a literatura, o mesmo acontece na maioria das empresas.

Seguindo esta linha, sugere-se que sejam conduzidos estudos para:

- Executar testes práticos após os levantamentos dos dados, para validação do método proposto;

- Desenvolver técnicas práticas de implementação de métodos de análise e implementação de técnicas para melhoria de resultados e desempenhos produtivos no curso de engenharia de produção, tendo aulas práticas nas indústrias da região.

- Estudo comparativo liderado por órgãos governamentais ou não governamentais para adesão das metodologias de análise e solução de problemas por parte de empresas do mesmo segmento.

- Desenvolver pesquisas nacionais e locais de empresas que utilizam essas técnicas, tendo dados históricos para utilizar como curva de tendência, comparativos.

REFERÊNCIAS

BIZ, C. **Uma Análise no Resultado da Implantação de Ferramentas do Sistema Toyota de Produção na Empresa Industrial de Embalagens Urussanga Ltda.** Criciúma, 2011.

Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00004E/00004E6E.pdf>>.

Acesso em: 02 dez. 2012.

BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro.** Porto Alegre: Bookman, 1998.

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for experimenters.** New York: John Wiley: 1978.

BUCH, E.G.; MAROSTICA, J. Aplicabilidade da Contabilidade Gerencial como Ferramenta de Gestão para tomada de decisões nas Indústrias associadas à ACIP de Pinhalzinho/SC.

Revista Eletrônica Saber Contábil, vol. 2, n. 2 – Mai/Ago 2012 ISSN 2238-1376.

Disponível em <revista.ulbrajp.edu.br>. Acesso em: 14 jan. 2013.

CAMPANELLI, L. C.; SUHUDDIN, U. F. H.; SANTOS, J. F. S.; ALCÂNTARA, N. G.

Otimização dos parâmetros de soldagem por fricção por ponto da liga de magnésio AZ31 pelo método de Taguchi. Soldagem & Inspeção, vol.17 n.1 São Paulo Jan./Mar. 2012.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-92242012000100005&script=sci_arttext> . Acesso em: 18 nov. 2012.

CAMPOS, V. F.. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 8. ed. Belo Horizonte: DG, 1994.

CHAUDHRY, A. M. **To be a problem solver, be a classiscist.** v.32, n.6. Milwaukee: Quality Progress, 1999.

COLEMAN, D. E.; MONTEGOMERY, D. C. **A systematic approach to planning for a designed industrial experiment.** Technometrics, v.35, n.1. 1993.

CORREIA, E. A. S.; CARDOZA, J. A. S. **Planejamento de experimentos no processo produtivo utilizando o método Taguchi.** Manaus, 2012. Disponível em:

<<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/34/108>>.

Acesso em: 20 jan. 2013.

COUTINHO, et al. **Contribuição associadas à aplicação integrada das ferramentas da qualidade: O ciclo PDCA como base para resolução de problemas nos processos de produção.** In: Simpósio de Engenharia de Produção, 17, 2010, Bauru. Anais... Bauru: SIMPEP, 2010.

FOGLIATTO, F.S.; FAGUNDES, P.R.M., **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf>> . Acesso em: 21 dez. 2012.

GARCIA, E.; LACERDA, L.; AROZO, R. Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança. **Revista Tecnológica**, v. 63. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2003000200004> . Acesso em: 30 nov. 2012.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GODECKEL, M.V.; RODRIGUES, M. A. S.; NAIME, R.H. Resíduo de Curtumes: Estudo das tendências de pesquisa. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.7, nº 7, Mar-Ago, 2012. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/index>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

GOLDRATT, E. M. **Standing on the shoulders of giants: production concepts versus production applications**. *Gestão & Produção [online]*, 2009, v.16, n.3. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2009000300002&script=sci_abstract>. Acesso em 24 nov. 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LERMEN, I. L.; VIANA, P. R. S.; POLACINSKI, E. **Controle Estatístico da Qualidade: Aplicação de 8D em uma indústria de embalagens**. In: Semana internacional das engenharias da FAHOR, Horizontina, 2011. **Anais eletrônicos...** Horizontina: Fahor, 2011. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/siedf/2011_Controlde_Qualidade_Aplicacao_8D_industria_embalagens.pdf> . Acesso em: 24 nov. 2012.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota– 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. São Paulo: ARTMED, 2007.
- MANFROI, S.; LIZ, C. E.; JORDAN, J. R. **Aplicação da gestão da melhoria de processos nas células de produção da Klabin sacos industriais – unidade Lages I**. In: VIII Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração, Lages, 2011. Disponível em: <<http://www.convibra.com.br/pres/3239.swf>>. Acesso em: 25 nov. 2012.
- MATTAR, F. N.; **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 1999.
- MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2006.
- MESQUITA, A. M. **Utilização do ciclo PDCA e das Ferramentas da Qualidade na elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP)**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 16, 2009, Bauru (SP). **Anais...** Bauru (SP) SIMPEP, 2009.
- MENEZES, R. S. **Aplicação de ferramentas do Sistema Toyota de Produção para melhoria do desempenho de um sistema de produção de peças em plástico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2012.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- MOURA, R. A.; BANZATO, E. **Redução do Tempo de Setup: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996.
- MULLER, C. J. **Sistema Toyota de Produção**. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br>>. Acesso em: 22 fev. 2013.
- OHNO, T.; **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática: Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total**. São Paulo: Atlas, 1994.
- PERGHER, I.; RODRIGUES, L. H. e LACERD, D. P. **Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições**. *Gestão & Produção [online]*, v. 18, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2011000400001>>. Acesso em: 22 fev. 2013.

PIMENTA, C. D.; SILVA, M. B.; RIBEIRO, R. B.; CLARO, F. A. E. Método Taguchi aplicado na identificação dos fatores causadores da descarbonetação do arame de aço SAE 51B35, durante tratamento térmico de esferoidização. **Revista GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Ano 7, n. 2, abr-jun/2012. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/800>>. Acesso em: 05 jan. 2013.

QUELHAS, L. F. M. M. **Kainzen na Indústria Alimentar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial e Gestão) – Universidade do Porto. Porto, Portugal. 2010. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57958/1/000144815.pdf>>. Acesso em: 08 Nov. 2012.

RAMBAUD, L. **8D structured problem solving: a guide to creating high quality 8D reports (spiral-bound)**. Phred solutions, 2006.

RISTOF, K. D. **Desenvolvimento e Implementação de um método para o gerenciamento de ações corretivas através de times de melhoria da qualidade de uma empresa do setor metal mecânico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

ROSS, Philip J. **Aplicações das técnicas de Taguchi na engenharia da qualidade**. São Paulo: Macron Books, 1991.

SANCHES, R. A. **Otimização dos parâmetros de regulação das máquinas circulares de malharia, utilizando a metodologia Taguchi**. 2001. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000232595>>. Acesso em: 08 nov. 2012.

SEIDEL, A. **No sentido da implementação de um programa de Troca Rápida de Ferramentas (TRF): um estudo de caso de uma empresa fornecedora de componentes para montadoras da indústria automobilística nacional**. . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2003.

SHINGO, S. **Sistemas de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistemas de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, N. **Administração da Produção**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2002.

SOARES, D. M.; MANZI, A. C.; MOURA, A. R. **Aperfeiçoamento de setup**. In: IV CNEG- Congresso nacional de excelência em gestão, Niterói, 2008. **Anais...** Niterói (RJ), 2008.

SOFTWARE R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics. Version 2.15.3: Copyright (C) The R Foundation for Statistical Computing, 2013.

TERNER, G. L. K. **Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metal-mecânica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2, 2008.