

**EDUARDO MINORU NAKAZAKI**

**ESTUDO DOS PROCESSOS DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA PARA A  
MELHORIA DA QUALIDADE UTILIZANDO AS FERRAMENTAS DA  
METODOLOGIA SEIS SIGMA**

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do diploma de  
Engenheiro de Produção

São Paulo

2003

**EDUARDO MINORU NAKAZAKI**

**ESTUDO DOS PROCESSOS DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA PARA A  
MELHORIA DA QUALIDADE UTILIZANDO AS FERRAMENTAS DA  
METODOLOGIA SEIS SIGMA**

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do diploma de  
Engenheiro de Produção

Área de Concentração:  
Engenharia de Produção

Orientador:  
Profº Dr. Roberto G. Rotondaro

São Paulo

2003

*“Imagination is more important than knowledge”*

**Albert Einstein**

---

## **AGRADECIMENTOS**

Eu gostaria de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para o desenvolvimento e a conclusão deste trabalho de grande importância para minha carreira profissional:

- Ao Professor Doutor Roberto Gilioli Rotondaro, pela orientação e pelo encorajamento ao longo deste trabalho;
  - Aos meus pais Takashi e Miyuki, pelo eterno amor, apoio e dedicação, pois sempre foram e serão importantes em todas as conquistas de minha vida, tanto na formação pessoal quanto acadêmica;
  - Às minhas queridas irmãs, Eliana e Elisa, pela grande amizade e motivação a minha carreira;
  - Aos meus padrinhos, Carlos e Rosa, e primas, Daniela e Camila, pelo grande suporte e carinho desde minha vinda para a cidade de São Paulo;
  - Aos amigos que fiz durante esses difíceis anos de faculdade, que sempre estiveram presentes, dividindo o conhecimento e bons momentos inesquecíveis;
  - A todos os amigos do Curso Anglo Vestibulares, em especial, aos colegas da Gráfica e Editora Anglo por toda contribuição dada ao trabalho e pela oportunidade de desenvolver minha carreira profissional;
  - Aos professores da Escola Politécnica, pelos ensinamentos valiosos que tanto contribuíram para esta importante etapa de minha formação acadêmica.
-

---

## **RESUMO**

Neste trabalho, foram avaliadas as principais insatisfações dos clientes com relação aos produtos em não conformidade de uma indústria gráfica. O objetivo deste estudo é identificar, analisar e melhorar os fatores importantes nos processos críticos para a qualidade. Através da metodologia do Seis Sigma, foram elaboradas propostas de melhoria dos processos baseadas nas necessidades dos clientes, utilizando um sistema estruturado para controlar a variabilidade indesejada dos processos com a garantia de um retorno financeiro para a empresa.

---

---

## **ABSTRACT**

In this thesis, the main customers' dissatisfactions related to defects of products of a graphical industry had been evaluated. The aim of this study is to identify, analyze and improve the important factors in the critical processes to quality. By the Six Sigma methodology, it was possible to elaborate proposals of improvement for the processes with a focus on the customer's requirements, through a structured system to control the undesirable process variability with a guarantee of financial return to the company.

---

---

## **SUMÁRIO**

<b>PARTE I - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo.....	1
1.2 Abordagem do Trabalho .....	1
1.3 Justificativa do Trabalho.....	2
1.4 Experiência do Autor na Empresa .....	3
1.5 Descrição da Empresa .....	3
1.6 Estrutura Organizacional.....	5
1.7 Limitações do Trabalho.....	7
1.8 Considerações importantes da Empresa.....	8
1.9 O problema .....	9
<b>PARTE II - REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
2.1 A Metodologia do Seis Sigma.....	13
2.1.1 O que é Seis Sigma?.....	13
2.1.2 Conceitos-chave do Seis Sigma .....	15
2.1.3 A Metodologia DMAIC .....	16
2.1.3.1 Selecionando o Projeto.....	16
2.1.3.2 Descobrimo o Desempenho do Processo Atual .....	18
2.1.3.3. Analisando as Causas .....	23
2.1.3.4 Melhorando o Processo .....	29
2.1.3.5 Mantendo o Processo sob Controle.....	30
2.1.4 Análise de Viabilidade Econômica de um Projeto.....	35

---

---

<b>PARTE III – APLICAÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Considerações Importantes sobre os dados da Empresa .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2 Aplicando a Metodologia DMAIC do Seis Sigma .....</b>	<b>39</b>
3.2.1 Definindo o Projeto .....	39
3.2.2 Medindo o Desempenho do Processo Atual .....	45
3.2.3 Análise das Causas .....	49
3.2.4 Plano de Ação para a Melhoria dos Processos .....	78
3.2.4.1 Melhorando o Processo de Expedição .....	78
3.2.4.2 Melhorias no Processo de Alceamento .....	84
3.2.4.3 Ações de Melhoria no Processo de Impressão .....	84
3.2.4.4 Melhorando o Processo de Acabamento dos Produtos .....	85
3.2.5 Controlando o Processo .....	86
<b>3.3 Os Benefícios esperados no Projeto .....</b>	<b>90</b>
<b>3.3 O Papel da Gerência no Projeto .....</b>	<b>92</b>
 <b>PARTE IV – DISCUSSÃO E CONCLUSÃO .....</b>	 <b>94</b>
<b>4.1 Discussão .....</b>	<b>94</b>
<b>4.2 Conclusão .....</b>	<b>96</b>
 <b>ANEXOS .....</b>	 <b>98</b>
 <b>BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA .....</b>	 <b>104</b>

---



---

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Unidade Tamandaré .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 – Unidade Sergipe.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3 – Unidade João Dias .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4 – Organograma da Empresa .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 5 – Crescimento da Empresa .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 6 – Quantidade de produtos em não conformidade por mês (04/2002-08/2003) 10</i>	
<i>Figura 7 – Benefícios da Metodologia Seis Sigma .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8 – Simbologia utilizada no mapa de processos .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 9 – Exemplo de um Diagrama de Pareto.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 10 – Diagrama de Causa-Efeito .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 11 – Modelo do FMEA.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 12 – Ciclo de Controle (CEP).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13 – Causas comuns e causas especiais de variação. ....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14 – Representação do fluxo de caixa .....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 15 – Fluxograma da Pré-Impressão .....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 16 – Fluxograma da Impressão e Acabamento .....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 17 – Fluxograma da Expedição de Produtos .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 18 – Volume de vendas e produtos fora da conformidade.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 19 – Gráfico de Pareto dos tipos de Não Conformidades da Gráfica (2002).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 20 – Diagrama de Pareto da distribuição das não conformidades por setor. ....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 21 – Distribuição das não conformidades da Expedição de Produtos.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 22 – Diagrama de Causa e Efeito do Processo de Expedição de Produtos .....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 23 – Modelagem utilizada para elaborar Matriz de Causa e Efeito .....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 24 - Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Expedição.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 25 – Diagrama de Pareto da importância das causas dos problemas de Expedição.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 26 – Distribuição dos tipos de não conformidades da Produção.....</i>	<i>59</i>

---

---

<i>Figura 27 – Diagrama de Causa e Efeito do processo de Alceamento .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 28 – Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Alceamento .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 30 – Diagrama de Causa e Efeito do processo de Impressão .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 31 – Dispositivo de controle da alimentação das folhas em destaque .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 32 – Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Impressão .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 33 – Diagrama de Pareto da importância das causas dos problemas de Impressão .....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 34 – Diagrama de Causa e Efeito dos problemas de Alceamento.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 35 – Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Acabamento.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 36 – Diagrama de Pareto da importância das causas dos problemas de Acabamento.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 37 – Análise de viabilidade econômica do investimento no setor de Expedição.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 38 – Gráfico de Controle (p) do processo de Expedição de Produtos .....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 39 – Série Temporal dos defeitos do Setor de Produção.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 40 – Pré-nota de pedidos do Setor de Expedição .....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 41 – Menu de opções do Banco de Dados para Reclamações de Clientes.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 42 – Relacionamentos das Tabelas do Banco de Dados proposto .....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 43 – Tela de consulta de dados dos clientes .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 44 – Tela de consulta de dados dos produtos .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 45 – Sistema padronizado de registro das reclamações dos clientes.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 46 – Ferramenta de busca de Dados .....</i>	<i>103</i>

---

---

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Tabela de conversão Seis Sigma.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 2 – Modelo da Matriz de Causa e Efeito .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 3 – Formulário do FMEA .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 4 – Desempenho atual da Empresa .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 5 – Matriz de Causa e Efeito da Expedição de Produtos .....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 6 – Critério de quantificação dos índices do FMEA .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela 7 – FMEA do processo de Expedição de Produtos.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 8 – Matriz de Causa e Efeito do processo de Alceamento.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabela 9 – FMEA do processo de Alceamento .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabela 10 – Matriz de Causa e Efeito do processo de Impressão.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabela 11 – FMEA do processo de Impressão .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 12 – Matriz de Causa e Efeito do processo de Acabamento.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 13 – FMEA do processo de Acabamento.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 14 – Prioridade das ações recomendadas .....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 15 – Investimentos necessários para a Infraestrutura de Tecnologia de Informação no Setor de Expedição de Produtos.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabela 16 – Benefícios da informatização do setor de Expedição .....</i>	<i>82</i>
<i>Tabela 17 – Custos de Mão-de-obra dos inventários .....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 18 – Custos de Mão-de-obra e tempos de processos de expedição.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 19 – Custos adicionais das não conformidades e erros de expedição.....</i>	<i>100</i>

---

---

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**DMAIC:** nome dado à metodologia do Seis Sigma, sigla que, sinteticamente, significa **definir, medir, analisar, incorporar melhorias e controlar** (ROTONDARO, 2002);

**FMEA** (*Failure Mode and Effects Analysis*): sigla na Língua Inglesa, significa Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos;

**CPQ:** Característica Crítica para a Qualidade;

**CEP:** Controle Estatístico de Processo;

**NPR:** número de prioridade de risco;

**PB:** impressões em duas cores, preto e branco;

---



**Parte I – Introdução**

**Parte II – Revisão da literatura**

**Parte III – Aplicação do Modelo**

**Parte IV – Discussão e Conclusão**

## **PARTE I - INTRODUÇÃO**

### **1.1 OBJETIVO**

O presente trabalho visa à redução da quantidade de produtos em não conformidade de uma indústria gráfica através das ferramentas da metodologia Seis Sigma, buscando uma maior satisfação de seus clientes e aumento do retorno financeiro da empresa.

### **1.2 ABORDAGEM DO TRABALHO**

A estrutura desta monografia pode ser dividida nas seguintes partes:

- A primeira parte é uma introdução do trabalho onde se descreve a empresa, a estrutura, a área de atuação, o relacionamento com os clientes, a experiência do autor na organização e a definição do problema a ser resolvido;
- Na segunda parte, trata-se da pesquisa bibliográfica onde serão feitas uma revisão da literatura e um estudo aplicado da metodologia do Seis Sigma. O estudo se concentra principalmente sobre a metodologia DMAIC;
- Após este embasamento teórico, na terceira parte do trabalho está a aplicação do modelo na empresa com o propósito de gerar melhorias dos processos e diminuir a probabilidade da ocorrência dos produtos em não conformidade. Podendo, desta forma, aumentar a satisfação dos clientes da empresa;
- Por fim, na quarta parte, estão as discussões e as conclusões do trabalho que foi aplicado na empresa;

### 1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A Gráfica e Editora Anglo necessita urgentemente diminuir a quantidade de produtos em não conformidade entregues aos seus clientes. Na empresa, as reclamações dos clientes com relação às não conformidades dos produtos, incluindo os erros de expedição, são freqüentes. Desde Abril até Dezembro de 2002, o funcionário do serviço de atendimento ao cliente recebeu 492 reclamações, onde 1619 exemplares estavam em não conformidade. Neste ano de 2003, esta situação parece se repetir, o que salienta a necessidade de melhorias nos processos internos da empresa, pois a estratégia de negócio da empresa é o pleno atendimento dos clientes do Sistema Anglo de Ensino.

A empresa nunca adotou uma política da qualidade para melhorar seu desempenho. Diante das reclamações, a empresa apenas realiza a troca dos produtos em não conformidade. Esta política, além de não melhorar o nível de satisfação dos clientes, traz custos adicionais para empresa que se repetem todos os anos. Cansados com esta situação, os gerentes da gráfica estão aceitando propostas de melhoria dos processos que tragam benefícios econômicos e intensifiquem o valor percebido pelos clientes.

O ambiente competitivo em que se vive atualmente faz com que as organizações produzam com baixos custos e com pouca quantidade de produtos em não conformidade, tornando-se, desta forma, uma empresa competitiva no mercado que satisfaz as expectativas de seus clientes com um maior retorno financeiro. Para isso existe a metodologia do Seis Sigma que consiste no uso sistemático das mais atuais ferramentas estatísticas e da qualidade para reduzir a variabilidade indesejada dos processos, garantindo, assim, o controle das não conformidades de uma empresa.

Usar a metodologia do Seis Sigma torna-se um artifício para uma organização se destacar na concorrência e estar na preferência do mercado devido a sua abordagem estruturada ao problema possuir um enfoque nos clientes.

---

A metodologia DMAIC do Seis Sigma é a mais indicada para o problema da gráfica, pois, a empresa necessita de um sistema estruturado e robusto para melhorar a qualidade de seus processos e serviços com a garantia de um maior retorno financeiro. Através do DMAIC, pode-se controlar a variabilidade indesejada dos processos críticos para a qualidade de uma maneira sistemática e eficaz, o que poderá melhorar o desempenho da empresa.

#### 1.4 EXPERIÊNCIA DO AUTOR NA EMPRESA

O autor foi contratado como estagiário de Engenharia de Produção na Gráfica e Editora Anglo Ltda. para aplicar as propostas de melhorias do Trabalho de Formatura da Thais Maria Magalhães, graduada em 2002, que propõe soluções para o aumento de produtividade do setor de expedição da empresa. Baseado neste trabalho, o autor realizou uma reestruturação deste setor através da alteração do arranjo físico e organização dos estoques de produtos acabados.

Este trabalho é complementar ao anterior com um diferente enfoque. Os gerentes cederam a oportunidade do desenvolvimento de um Trabalho de Formatura sobre a melhoria na qualidade dos processos da gráfica, visando à redução da quantidade de produtos expedidos em não conformidade e obter uma melhor satisfação dos clientes da empresa.

#### 1.5 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A Gráfica e Editora Anglo Ltda. é o setor produtivo e o centro de distribuição dos produtos utilizados no Sistema Anglo de Ensino. A gráfica pertence à organização Curso Anglo - Vestibulares que possui três unidades de ensino próprias (*Tamandaré, Sergipe e João Dias*) e administra um sistema de franquias em todo o Brasil. Trata-se de uma rede de mais de 400 escolas conveniadas em todo o Brasil com um total de 159.315 alunos do ensino privado (dados de 2003).

---



---

A franquia do Sistema Anglo de Ensino oferece produtos como: material didático, provas, manual do professor, orientação pedagógica, cronograma e material publicitário para as escolas conveniadas. Com relação ao mercado, a organização atua no setor de ensino privado, englobando os seguintes segmentos:

- Ensino Infantil;
- Ensino Fundamental;
- Ensino Médio;
- Cursos preparatórios para Vestibulares;
- Cursos preparatórios para concursos nível médio e superior (Banco do Brasil, INSS, OAB, etc.);

Os fatores críticos de sucesso para organização são:

- Oferecer uma boa coordenação pedagógica para as escolas conveniadas;
- Oferecer um material didático com bom conteúdo e abrangência;
- Sempre atualizar os produtos conforme as necessidades atuais dos alunos;
- Oferecer bom suporte aos profissionais de ensino das escolas conveniadas;

O Sistema Anglo de Ensino depende totalmente da eficiência dos serviços prestados pela gráfica. Pois, ela é responsável pela produção e expedição de todos os produtos utilizados pela rede de franquias. O sistema possui um calendário de aulas a ser cumprido, portanto, é importante ter o produto correto e na quantidade exata nas escolas conveniadas que solicitam os produtos.

---

## 1.6 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A organização Curso Anglo - Vestibulares está localizada na região metropolitana de São Paulo. Ela está dividida em 3 sedes. A diretoria e todas gerências (exceto da gráfica) estão sediadas na Rua Tamandaré, 596 – Liberdade, onde também se encontra a maior unidade das escolas do Sistema Anglo de Ensino.



*Figura 1 – Unidade Tamandaré*



*Figura 2 – Unidade Sergipe*

A segunda sede da organização se localiza na Rua Sergipe, 58 – Higienópolis, onde é apenas uma unidade de ensino.

A terceira sede está na Av. João Dias, 1645 – Santo Amaro. Junto com esta unidade de ensino se encontra Gráfica e Editora Anglo Ltda. que é acessada pela Rua Gibraltar, 368, onde será feito o estudo deste trabalho.



*Figura 3 – Unidade João Dias*

O organograma da empresa possui a seguinte estrutura:

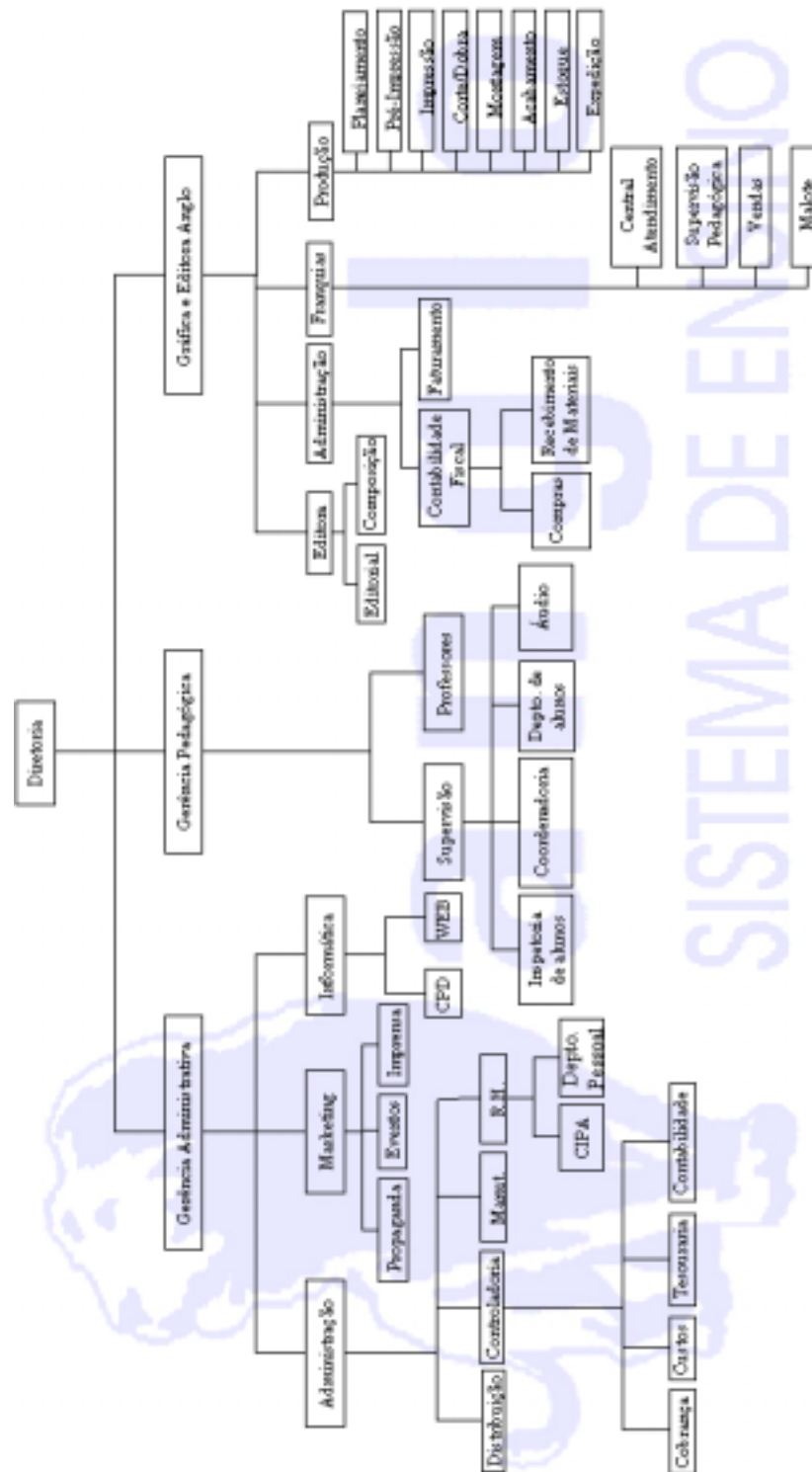


Figura 4 – Organograma da empresa. Elaborado pelo autor.

---

Analisando a Gráfica e Editora Anglo Ltda. no organograma, a editora e o setor de franquias estão funcionalmente juntas a gráfica, no entanto, estes departamentos estão sediados na unidade *Tamandaré* junto com a diretoria e as gerências administrativa e pedagógica.

## **1.7 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Este trabalho será realizado apenas na Gráfica e Editora Anglo Ltda. que representa o setor produtivo e centro de distribuição da empresa. O estudo se limita a melhorias dos processos internos da gráfica, logo, as não conformidades relacionadas aos processos de manufatura de produtos terceirizados não serão estudadas, pois isto englobaria estudos de processos que são realizados fora da organização em estudo. Além disso, o arranjo físico do setor produtivo não poder ser alterado nas propostas de melhoria devido à complexidade dos equipamentos instalados neste setor.

É importante destacar que uma outra limitação do trabalho é a impossibilidade da empresa utilizar investimentos altos, caso contrário, uma análise de viabilidade financeira será necessária.

---

## 1.8 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES DA EMPRESA

A Gráfica e Editora Anglo Ltda. fornece exclusivamente material didático, pedagógico e publicitário para o Sistema Anglo de Ensino. A capacidade de produção da gráfica, produção de 2.000 exemplares por dia, é insuficiente para produzir todas as tiragens dos exemplares demandados. Assim, a empresa acaba terceirizando 70% da produção dos produtos. Apesar da contratação de serviços, a produção da empresa é significativa, produzindo 350 toneladas de produtos por ano.

A empresa realiza todos os processos de uma indústria gráfica:

- Pré-impressão;
- Impressão;
- Acabamento;

Uma importante característica da indústria gráfica de médio porte é o alto custo fixo de um produto devido aos processos de pré-impressão (criação, edição, fotolito, gravação de chapas e ajuste de equipamentos para o lote de produção). Devido a este fato, um produto somente é viável economicamente para a empresa se tiver, pelo menos, uma tiragem de 1000 exemplares.

A gráfica também desempenha um papel de centro de distribuição onde são expedidas mais de 1.100 toneladas de material ao ano para várias escolas conveniadas em todo o Brasil via transportadora ou malote. Existe um sistema de informação na gráfica que controla informações de vendas, clientes e estoques. A utilização deste sistema fica restrita aos usuários da central de convênios e ao escritório administrativo da gráfica.

O processo de expedição de produtos da empresa não possui ferramentas sofisticadas para a preparação de pedidos. A coleta e inspeção dos pedidos são feitas manualmente com o auxílio de uma pré-nota (ANEXO A) que lista todos os produtos requisitados nos pedidos dos clientes.

## 1.9 O PROBLEMA

O Sistema Anglo de Ensino cresceu muito nos últimos três anos, tendo um aumento de aproximadamente 27% no número de alunos matriculados e a Gráfica e Editora Anglo Ltda. teve que acompanhar desordenadamente este aumento da demanda da rede de franquias. Segundo a diretoria da empresa, este padrão de crescimento vem acontecendo desde 1995. O gráfico a seguir ilustra esse crescimento do número de alunos do Sistema Anglo de ensino:



Figura 5 – Crescimento da Empresa. Elaborado pelo autor.

No entanto, esse crescimento da empresa nunca foi acompanhado de uma eficaz política da qualidade. Até o momento, satisfazer o cliente se resumia em atender o pedido com rapidez e o cliente insatisfeito poderia realizar a troca de produtos caso o material apresentasse não conformidades ou problemas de expedição. Portanto, existe na

gráfica apenas a adoção de uma política de ressarcimento dos produtos defeituosos. Isto indica a falta de um enfoque corretivo e preventivo no gerenciamento dos processos na gráfica para evitar a reincidência das mesmas reclamações dos clientes.

Os clientes devolvem um significativo volume de produtos em não conformidade para a gráfica. Além disso, o funcionário de atendimento ao cliente recebe muitas reclamações com relação à expedição incorreta de produtos (produtos trocados, quantidade errada, etc.). A partir de Abril de 2002, a gráfica começou a registrar as reclamações dos clientes de produtos em não conformidade e erros de expedição em uma planilha eletrônica. O seguinte gráfico foi feito a partir destes dados de registros de reclamações:

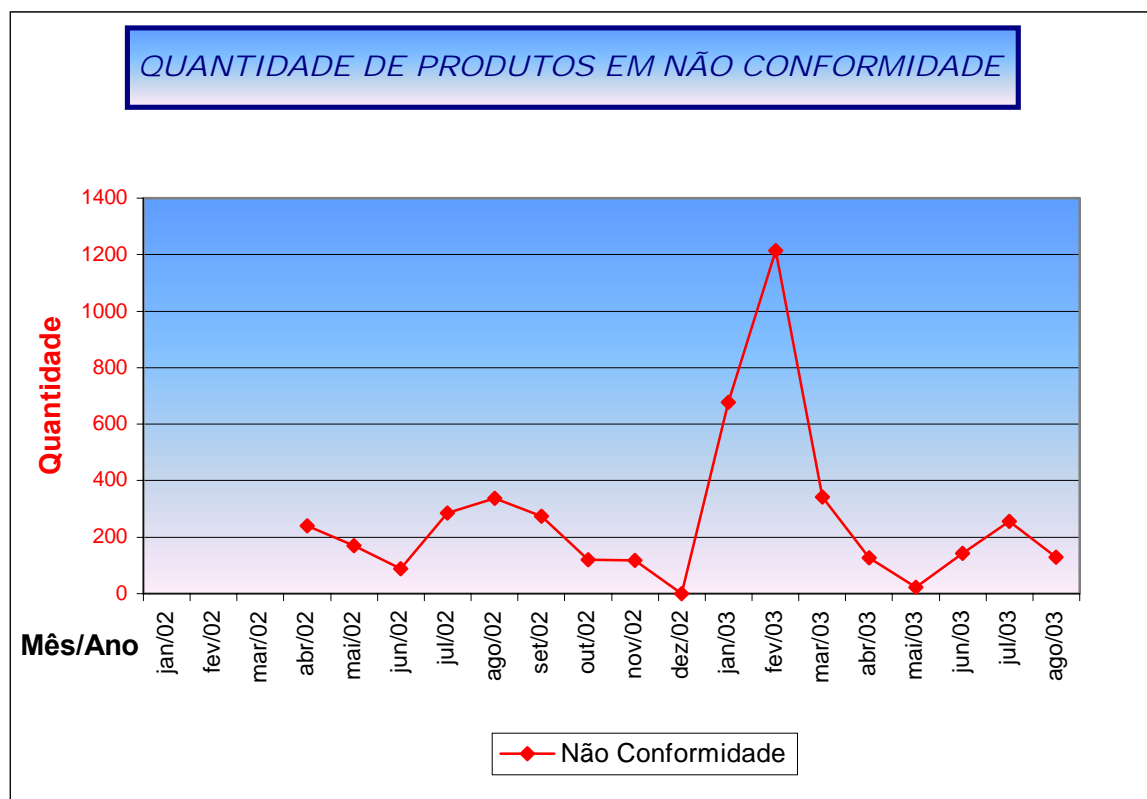


Figura 6 – Quantidade de produtos em não conformidade por mês (desde Abril/2002 a Agosto/2003). Elaborado pelo autor.

---

O gráfico ilustra bem a quantidade razoável de produtos em não conformidade que foram expedidos para as escolas conveniadas. Estas unidades defeituosas trazem custos extras de preparação do pedido, transporte e perdas de exemplares para realizar a política de ressarcimento destes produtos. Esta política nem sempre ajuda a intensificar o valor para os clientes e sacrifica a margem de lucro da empresa. Analisando os custos adicionais devido a produtos em não conformidade e erros de expedição, a empresa teve um prejuízo de R\$ 6.838,06 em um ano (Anexo B).

Segundo informações do funcionário de atendimento ao cliente, a quantidade de reclamações do ano de 2003 aumentou com relação ao mesmo período do ano passado. Os problemas de expedição são mais comuns e a frequência das reclamações com relação aos pedidos aumentam significativamente nos períodos de picos de demanda.

Analisando o problema a ser resolvido na Gráfica e Editora Anglo Ltda, a aplicação da ferramenta DMAIC da metodologia do Seis Sigma para melhorar os processos foi considerada a mais indicada para diminuir as não conformidades dos produtos e reduzir os custos adicionais trazidos pelos mesmos de uma maneira sistemática.

Segundo (ROTONDARO, 2002): “Muitas das ferramentas utilizadas e dos métodos aplicados são conhecidos pelos profissionais da qualidade, no entanto, a estruturação do programa, a garantia do retorno financeiro e o foco na redução da variabilidade do processo tornam o método do Seis Sigma único e extremamente eficaz”.

---





Parte I – Introdução

Parte II – Revisão da literatura

Parte III – Aplicação do Modelo

Parte IV – Discussão e Conclusão

## PARTE II - REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 A METODOLOGIA DO SEIS SIGMA

#### 2.1.1 O QUE É SEIS SIGMA?

Seis-Sigma é uma filosofia de trabalho para alcançar, maximizar e manter o sucesso comercial por meio da compreensão das necessidades dos clientes. Na verdade, este termo refere-se a um objetivo estatístico a ser alcançado, onde deve se operar numa taxa de 3,4 defeitos por milhão ou 99,99966% de perfeição. Trata-se de um conceito que se concentra no cliente e no produto (ROTONDARO, 2002).

Segundo (PANDE, NEUMAN E CAVANAGH, 1998):

SEIS-SIGMA: Um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. Seis-Sigma é singularmente impulsionado por uma estreita compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística e a atenção diligente à gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

Através das histórias de sucesso, como a *General Eletric*, *Motorola* e a *Kodak*, pode-se listar os benefícios comprovados do Seis Sigma:

- 1) **Gera o sucesso sustentado.** As ferramentas do Seis Sigma criam habilidades e cultura para um revigoramento constante;
- 2) **Intensifica o valor para os clientes.** O genuíno foco sobre o cliente existente no coração do Seis Sigma significa aprender o que traz valor para os clientes;

- 3) **Determina metas de desempenho.** Para cada função, unidade de negócio ou indivíduo, o Seis-Sigma estabelece metas e alvos consistentes;
- 4) **Acelera a taxa de melhoria:** o Seis-Sigma ajuda uma empresa não somente melhorar seu desempenho, mas também a aprimorar a melhoria;
- 5) **Promove aprendizagem:** o Seis-Sigma é um método que pode aumentar e acelerar o desenvolvimento e o compartilhamento de novas idéias por toda a organização.
- 6) **Executa mudanças estratégicas:** promove uma melhor compreensão dos processos e procedimentos de sua empresa. Isto pode levar tanto aos menores ajustes quanto às mudanças maiores conforme a necessidade.

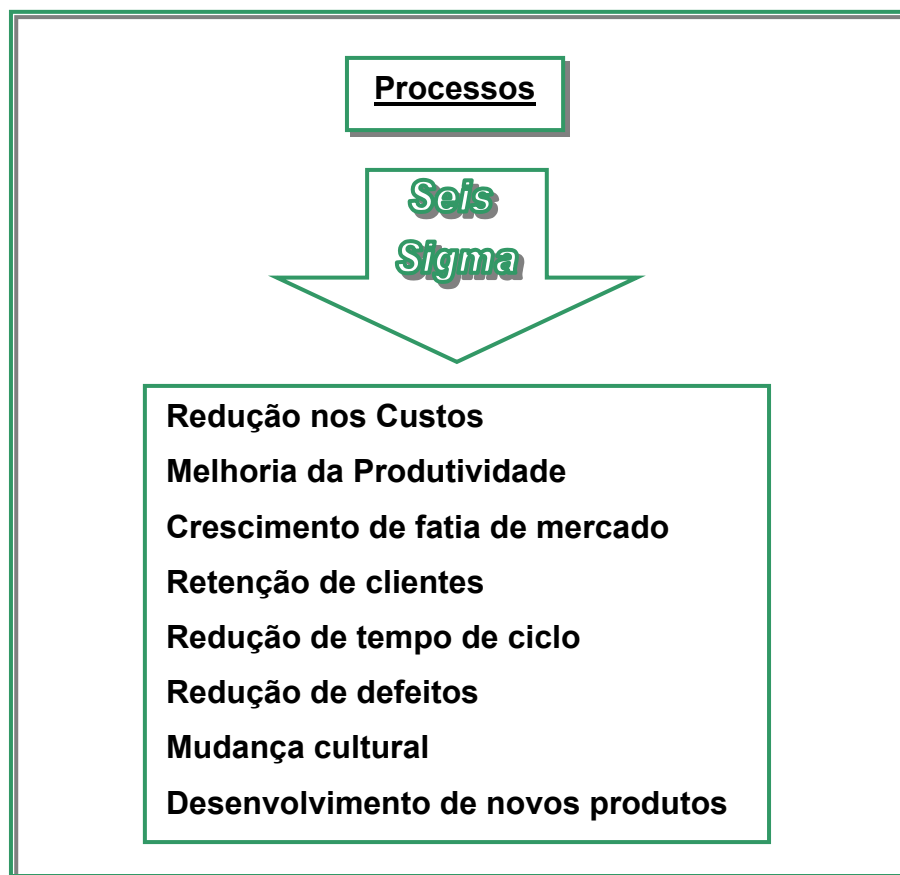


Figura 7 – Benefícios do Seis Sigma (PANDE, NEUMAN E CAVANAGH, 1998).

### **2.1.2 CONCEITOS-CHAVE DO SEIS SIGMA**

A essência do Seis Sigma consiste na utilização sistemática de métodos estatísticos para reduzir a variabilidade dos processos, a quantidade de produtos em não conformidade e os custos com uma grande focalização no cliente. Esta ferramenta da qualidade, além da parte técnica que procura conhecer as leis do fenômeno e as suas causas, necessita da parte cultural que é o envolvimento de todos funcionários para obter sucesso em seus objetivos.

Com esta abordagem consegue-se conhecer, verdadeiramente, os processos da empresa, podendo listar os principais fatores causais que os afetam e atuar nas verdadeiras causa-raízes da variabilidade indesejada. Assim, as ferramentas do Seis Sigma podem trazer a sobrevivência e o crescimento da organização, pois possibilita agregar mais valor aos clientes que são os responsáveis pela demanda de produtos ou serviços, isto é, aqueles que trazem receitas para a empresa.

A metodologia Seis Sigma pode contribuir não apenas para a gerência medir e analisar seu desempenho, mas também para a melhoria de sua abordagem básica à gestão da empresa. A metodologia possui três pilares em sua estrutura:

- Benefícios - mensuração direta do retorno das ações de melhoria;
- DMAIC – método estruturado, com forte base estatística para atingir metas;
- Participação dos executivos – necessidade do comprometimento da alta administração;

Assim, o Seis Sigma não é apenas um simples esforço para aumentar a qualidade dos produtos/serviços, na verdade, é também uma ferramenta para aperfeiçoar os processos empresariais. Trata-se de um programa de melhoria de todo negócio que resultará em fortes impactos nos resultados financeiros da companhia e aumentará a satisfação de seus clientes, podendo ampliar a participação da empresa no mercado.

### **2.1.3 A METODOLOGIA DMAIC**

O principal pilar da estrutura do Seis Sigma é a metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Incorporar melhorias e Controlar). Cada fase apresenta objetivos bem claros a serem cumpridos:

- Primeira fase (Definir) – Definir o escopo de projeto (processo, produto, cliente, defeitos);
- Segunda fase (Medir) – Determinar o foco principal do problema e medir a situação atual;
- Terceira fase (Analisar) – Determinar as causas do problema;
- Quarta fase (Incorporar melhorias) – Criar e implementar soluções para o problema;
- Quinta fase (Controlar) – Criar controles para evitar a recorrência do problema;






Assim, cada fase possui suas respectivas atividades e ferramentas, nos próximos tópicos segue a descrição distinta de cada fase baseada em (ROTONDARO, 2002).

#### **2.1.3.1 SELECIONANDO O PROJETO**

A primeira fase da metodologia consiste em definir claramente qual o problema de um processo que deve ser eliminado ou melhorado. Deve-se definir quais são os requisitos dos clientes e traduzir essas necessidades em características críticas para a qualidade (CPQ). Esta etapa é fundamental para a Metodologia, pois parte da visão do cliente levando-a para dentro da organização.

Em seguida, deve-se desenhar os processos críticos procurando identificar os que têm relação com os CPQs do cliente e os que estão gerando resultados ruins como reclamações de clientes, problemas funcionais, problemas trabalhistas, baixa qualidade de suprimentos, erros de forma, ajuste e funcionamento. As ferramentas utilizadas nesta fase são:

**a) Mapa de Processo** - é o diagrama comumente usado para documentar processos em gestão de produção. Este tipo de diagrama, que documenta o fluxo e as atividades, usa diversos símbolos diferentes para identificar os distintos tipos de atividades. Esta ferramenta permite detalhar mais o projeto e sua avaliação (SLACK, 1999). Este diagrama utiliza a seguinte simbologia:

-  Representa uma operação, tarefa ou atividade de trabalho;
-  Representa um movimento de materiais, informações ou pessoas;
-  Representa uma inspeção, verificação ou exame de material/informação/pessoa;
-  Representa um atraso, uma pausa no processo;
-  Representa uma estocagem ou estoque de material/informação/fila de pessoas;

*Figura 8 – Simbologia utilizada no mapa de processos. Baseado em (SLACK, 1999).*

**b) Dados de Cliente** – são importantes para determinar os requisitos relevantes do segmento do mercado que a empresa atende. Na metodologia do Seis Sigma é relevante conhecer o comportamento e a exigência dos clientes, pois a organização sobrevive em função do atendimento das necessidades do segmento alvo do mercado.

c) **Dados internos da empresa** – são informações relevantes na seleção do projeto para identificar os processos essenciais que agregam valor para os clientes. É importante saber como estes processos fluem dentro da empresa e qual o impacto destes no produto ou serviço oferecido.

### **2.1.3.2 *DESCOBRINDO O DESEMPENHO DO PROCESSO ATUAL***

Na segunda fase, a metodologia DMAIC do Seis Sigma trabalha com os fatos e os dados da empresa. Assim, o processo em estudo é desenhado e são medidas as variáveis principais. Deve-se desenhar o processo e os sub-processos envolvidos com o projeto, definindo as entradas e as saídas. Em seguida, analisa-se o sistema de medição de modo a ajustá-lo às necessidades do processo. Coleta-se dados do processo por meio de um sistema que produza amostras representativas e aleatórias.

As ferramentas utilizadas nesta fase são:

a) **Análise de Tendências/Séries Temporais** - envolve a utilização de técnicas matemáticas para a elaboração de previsões futuras baseadas na utilização de resultados históricos (CARVALHO, 2002). Além disso, este diagrama permite visualizar a variação de uma variável conforme a evolução do tempo, permitindo a criação de inferências de um fenômeno em estudo.

b) **Diagrama de Pareto** – trata-se de uma descrição gráfica dos dados que possibilita concentrar os esforços de melhoria nos pontos onde os maiores ganhos podem ser obtidos – nos itens que representam as melhores oportunidades de melhoria (BRAZ, 2002). A análise é simples, bastando apenas verificar quais são os itens de maior impacto. Eles estão à esquerda do diagrama e representam as principais oportunidades de redução dos problemas.

A utilização do Diagrama de Pareto apresenta outras vantagens além do maior poder de comunicação de um gráfico em relação a uma tabela. Esta ferramenta permite indivíduos de níveis hierárquicos diferentes na organização entenderem o que os dados estão mostrando e, além de tudo, a simplicidade faz com que todos interpretem da mesma maneira.

A seguir, ilustra-se um exemplo de um Diagrama de Pareto:

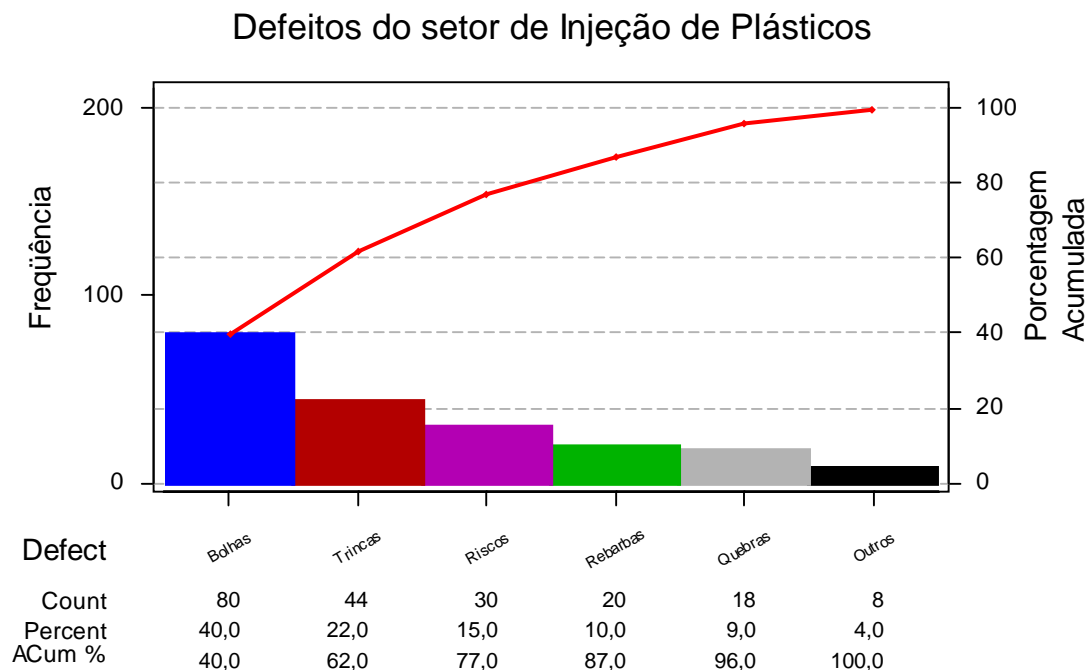


Figura 9 – Exemplo de um Diagrama de Pareto. Elaborado pelo autor.



**c) Cálculo do desempenho do processo** – será utilizado a avaliação do desempenho por medidas discretas através do uso de medidas relacionadas a defeitos que possui as seguintes vantagens (PANDE, NEUMAN E CAVANAGH, 1998):

- Simplicidade: todos podem compreender o “bom” e o “ruim” desde que sejam estabelecidas previamente as condições de conformidade dos produtos e serviços;
- Consistência: as medidas de defeitos podem ser aplicadas a qualquer processo para o qual exista um padrão ou exigência de desempenho;
- Comparatividade: há a possibilidade de comparação dos esforços em áreas diferentes da empresa e em processos de todos os tipos;

Os conceitos fundamentais para as medidas de defeitos são:

- Unidade: um item que está sendo processado, ou o produto ou serviço final sendo entregues a um cliente;
- Defeito: falha em atender uma exigência de cliente ou padrão de desempenho;
- Defeituoso: qualquer unidade que tenha um defeito;

Serão utilizados os sistemas de medições de defeituosos e rendimento dos processos que são importantes em negócios ou produtos os quais qualquer defeito é sério para o desempenho da organização. Este sistema utiliza os seguintes conceitos:

a) **Proporção defeituosa:** refere-se à fração ou ao percentual dos itens que continham um ou mais defeitos. A fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\text{Proporção\_Defeituosa} = \frac{\text{Número\_de\_Defeituosos}}{\text{Número\_de\_Unidades}}$$

b) **Rendimento final:** diz qual a fração das unidades totais produzidas e/ou entregues estava sem qualquer defeito. A fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\text{Rendimento\_final} = 1 - \text{Proporção\_Defeituosa}$$

c) **Determinação da pontuação sigma do processo:** através da seguinte tabela de conversão Seis Sigma, obtém-se o sigma do processo:

Rendimento (%)	SIGMA
0,000	0,000
3,248	0,125
6,559	0,250
9,990	0,375
13,591	0,500
17,399	0,625
21,440	0,750
25,721	0,875
<b>30,233</b>	<b>1,000</b>
34,950	1,125
39,831	1,250
44,824	1,375
49,865	1,500
54,885	1,625

Rendimento (%)	SIGMA
59,813	1,750
64,580	1,875
<b>69,123</b>	<b>2,000</b>
73,387	2,125
77,328	2,250
80,916	2,375
84,131	2,500
86,969	2,625
89,434	2,750
91,543	2,875
<b>93,319</b>	<b>3,000</b>
94,792	3,125
95,994	3,250
96,960	3,375
97,725	3,500
98,321	3,625
98,778	3,750
99,123	3,875
<b>99,379</b>	<b>4,000</b>
99,567	4,125
99,702	4,250
99,798	4,375
99,865	4,500
99,911	4,625
99,942	4,750
99,963	4,875
<b>99,977</b>	<b>5,000</b>
99,986	5,125
99,991	5,250
99,995	5,375

Rendimento (%)	SIGMA
99,997	5,500
99,998	5,625
99,999	5,750
99,999	5,875
~100,000	6,000

Tabela 1 – Tabela de conversão Seis Sigma (PANDE, NEUMAN E CAVANAGH, 1998).

### 2.1.3.3. ANALISANDO AS CAUSAS

A análise dos dados coletados é feita nesta etapa utilizando-se de ferramentas da qualidade e ferramentas estatísticas. As causas óbvias e não óbvias que influem no resultado do processo devem ser determinadas.

Além disso, deve-se definir a capacidade Seis Sigma do processo atual e estabelecer os objetivos de melhoria do projeto. Neste trabalho serão utilizadas as seguintes ferramentas na fase de análise das causas:

**a) Estratificação** - trata-se de uma separação de um conjunto de dados em segmentos, de acordo com a característica de interesse para a análise (CARVALHO, 2002). Esta ferramenta permite verificar o impacto de determinada variável de entrada (causa) sobre a variável resposta (efeito), desta forma, a estratificação ajuda a rastrear as causas dos problemas envolvidos no estudo.

A estratificação ajuda a organização exercer sua curiosidade e a esclarecer aquilo que realmente está acontecendo, buscando maiores informações através de divisão em camadas dos dados (PANDE, NEUMAN E CAVANAGH, 1998).

b) **Diagrama de Causa e Efeito** - é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre determinado resultado de um processo, que é um “efeito”, e os diversos fatores (causas) que podem influenciar nesse resultado (BRAZ, 2002).

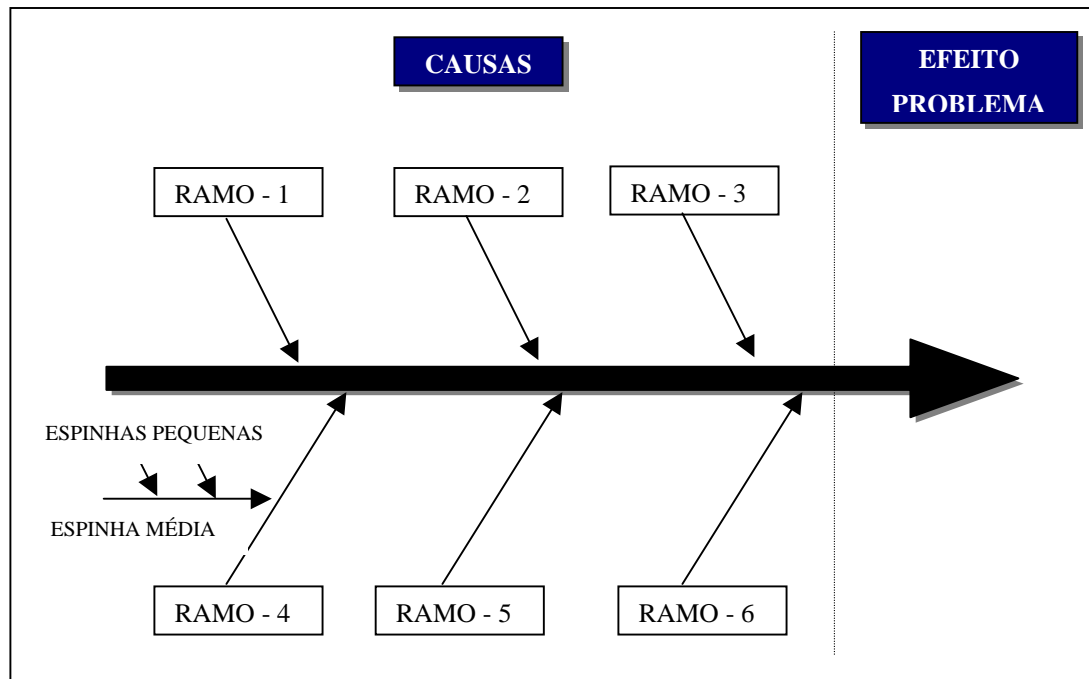


Figura 10 – Diagrama de Causa-Efeito adaptado de (BRAZ, 2002).

As etapas para a elaboração do diagrama são:

- Desenhar uma seta apontando para o problema que está sendo analisado;
- Juntar os fatores em grupos principais (Materiais, Métodos, Máquinas, Mão-de-obra, Medição e Meio Ambiente);
- Utilizar a técnica de *Brainstorming*, “tempestade de idéias”, para listar todas as possíveis causas do problema. Esta técnica deve ser usada com certa precaução. O usuário desta técnica não deve criticar as idéias dos outros participantes, tentando não dominar a discussão. Deve ser dada a oportunidade a todos os participantes para exporem suas idéias.

c) **Matriz de Causa e Efeito** - esta ferramenta serve para priorizar as possíveis causas do não atendimento do CPQ's dos clientes para atacar as fontes potenciais da variação. Suas etapas são (RAMOS, 2003):

- Colocar em cada etapa do fluxograma as causas prováveis (X's) levantadas no diagrama de causa e efeito;
- Montar a matriz de causa e efeito listando todos os CPQ's (Y's) e os respectivos X's;
- Determinar os pesos (variando de zero a dez) para cada Y e X e realizar o produto destes;
- Construir o diagrama de Pareto para a pontuação total de cada X;

Peso												Total
Item		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CPQ's (Y's)												
Item	Causas (X's)											
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Tabela 2 – Modelo da Matriz de Causa e Efeito. Baseado em (RAMOS, 2003)

**d) Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA)** – é uma ferramenta que trata de forma sistemática o processo de identificação de problemas potenciais, suas causas e seus efeitos. É realizada principalmente para prevenir a ocorrência de problemas. A primeira aplicação formal do FMEA como disciplina deu-se na Indústria Aeroespacial Americana (NASA). Hoje, o principal uso e objetivo desta ferramenta é auxiliar os engenheiros e técnicos a aplicarem os conceitos de prevenção e melhoria contínua.

O FMEA traz os seguintes benefícios (SETEC, 2002):

- Aumento da confiabilidade, qualidade e segurança dos produtos/processos;
- Redução do custo e tempo de desenvolvimento dos produtos/processos;
- Critério de julgamento e aplicação seletiva das inspeções, ensaios e controles necessários;
- Ajudar a alcançar e superar as expectativas dos clientes;
- Documentação do conhecimento tecnológico que a empresa adquire sobre o produto/processo;
- Integração mais efetiva entre os departamentos envolvidos;
- Documentação e acompanhamento de ações tomadas com o objetivo de reduzir riscos;

No FMEA existe o número de prioridade de risco (NPR) que é o produto dos índices de severidade, ocorrência e detecção. Este valor é usado como fonte de comparação, não tendo nenhum significado isoladamente. É um parâmetro que serve para estabelecer ordens de prioridade quando forem tomadas as ações preventivas. Quanto maior o NPR, maior prioridade a ação possui. O FMEA utiliza um formulário que possui a seguinte estrutura:

Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos – Setor:														
Função do Processo	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is) da Falha	S E V E R I D A D E	Causa(s) e mecanismo(s) Potencial(is)	O C O R R Ê N C I A	Controles atuais do Processo	D E T E C T A D O	Ações Preventivas Recomendadas	Responsabilidade pela ação recomendada e prazo	Resultado das Ações				
										Ações Tomadas	S E V E R I D A D E	O C O R R Ê N C I A	D E T E C T A D O	

Tabela 3 – Formulário do FMEA, adaptado de (BRAZ, 2002).



No FMEA, para obter o NPR, realiza-se o produto dos seguintes índices (BRAZ, 2002):

1. **Índice de Severidade:** é uma avaliação da gravidade do efeito do modo de falha potencial para o cliente. A severidade deve ser estimada em função da consequência da falha, sob a perspectiva do cliente, numa escala que varia de 1 (falha imperceptível) a 10 (falha compromete o produto).
2. **Índice de Ocorrência:** é a probabilidade de uma causa de falha vir a ocorrer. A ocorrência deve ser estimada numa escala que varia de 1 (baixa probabilidade) a 10 (alta probabilidade).
3. **Índice de Detecção:** indica a probabilidade dos controles atuais conseguirem segurar as falhas antes que cheguem ao cliente. A detecção deve ser estimada numa escala que varia de 1 (alta probabilidade de detecção) a 10 (baixa probabilidade de detecção). A ilustração abaixo mostra o modelo do FMEA:

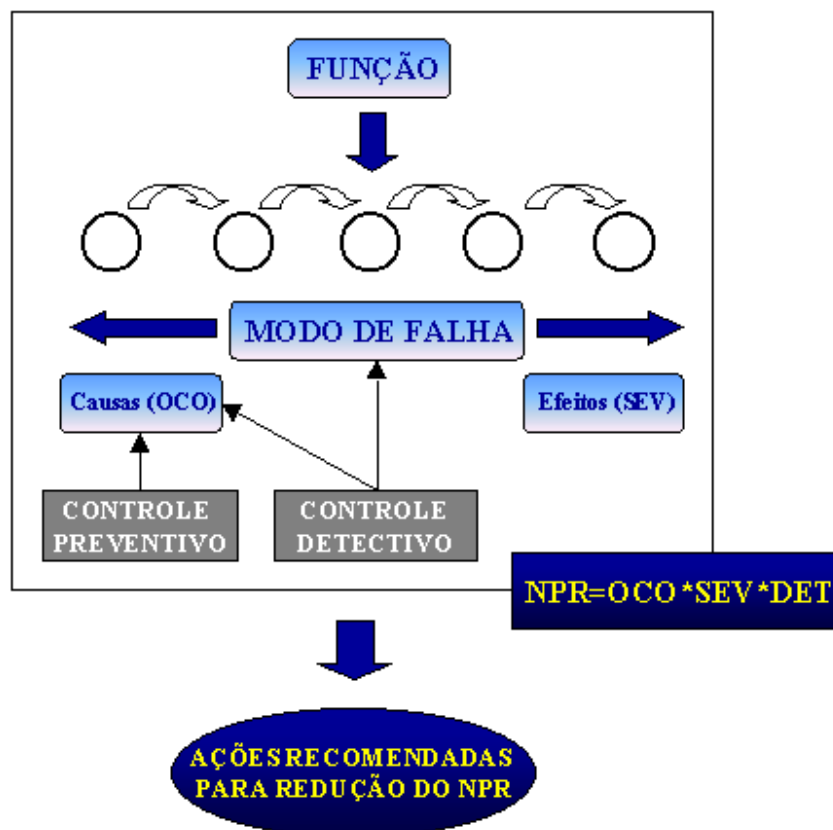


Figura 11 – Modelo do FMEA, adaptado de (SETEC, 2002).

### 2.1.3.4 MELHORANDO O PROCESSO

Esta é a etapa em que a equipe deve fazer as melhorias no processo existente. Os dados estatísticos devem ser traduzidos em dados do processo, estudando modificações técnicas nos elementos dos processos para atuar sobre as causas raízes dos problemas. É a etapa em que ocorre a materialização das melhorias dos processos. As ferramentas utilizadas são:

**a) Planos de ação** – trata-se do planejamento da implantação das melhorias encontradas para os processos em estudo. Deve-se definir as etapas de aplicação das melhorias seguindo um sistema lógico de priorização das ações.

**b) Dispositivos a prova de falhas (Poka-Yoke)** – no idioma japonês, *poka* significa desatenção ou descuido e *yoke* vem do verbo *yokeru*, de evitar, de modo que a expressão *poka-yoke* está associada à idéia da prevenção de falhas por desatenção ou distração humana e ao ideal de produzir sempre com qualidade (zero defeito). Esse conceito de prevenção pode, então, ser aplicado nos processos de produção via concepção e incorporação de dispositivos *poka-yoke*, que evitam operações indevidas ou produção de peças defeituosas (MIYAKE, 2002). Os dispositivos a prova de falhas mais usuais são:

- Desenho de produto que não possibilita montagem incorreta de peças;
- Acoplamento de dispositivos a máquinas e equipamentos para impossibilitar operação incorreta;
- Utilização de ferramentas, como gabaritos, que permitem o operador notar possível falha;
- Procedimento de trabalho padrão;

### **2.1.3.5 MANTENDO O PROCESSO SOB CONTROLE**

Nessa fase deve ser estabelecido e validado um sistema de medição e controle para medir continuamente o processo, de modo a garantir que a capacidade do processo seja mantida. O monitoramento das variáveis críticas é fundamental para o sucesso do projeto. Nesta quinta fase, as ferramentas utilizadas são:

**a) Padronização de procedimentos** – importante para o controle da variabilidade dos processos. Muitas perdas ocorrem no processo de produção simplesmente porque o operador não conhece o procedimento mais adequado de trabalho. A simples inexistência ou desconhecimento de tais procedimentos freqüentemente é a causa de muitos problemas banais. Assim, a criação de padrões de trabalho e o treinamento dos trabalhadores tornam-se fundamentais para o controle dos processos de produção (MIYAKE, 2002).

**b) Controle Estatístico do Processo (CEP)** – na fase de controle, busca-se manter o processo aprimorado com um desempenho adequado e previsível, ou seja, não se quer que as melhorias obtidas na fase anterior retrocedam. É disso que trata o Controle Estatístico de Processo. Detectar uma mudança no comportamento do processo, o mais rapidamente possível, pode fazer com que ações corretivas adequadas sejam disparadas, e o processo corrigido a tempo de evitar surpresas (RAMOS, 2002).

As principais ferramentas do CEP são os gráficos de controle. Os gráficos de controle são a principal ferramenta empregada na etapa de controle da Metodologia Seis Sigma e têm por objetivo verificar se o processo permanece com um desempenho previsível (ou estável), ou se são necessárias ações sobre o mesmo.

O ciclo de controle do processo é a execução das seguintes etapas básicas:

- Observação ou medição: é a quantificação (mensuração) da saída do processo;
- Avaliação ou comparação: a saída é confrontada com algum padrão pré-estabelecido;
- Análise e decisão: é a existência (ou não) de diferenças entre o padrão e a saída, e que ação adotar em consequência;
- Ação e correção: consiste na tomada de ação sobre as diferenças;

Em termos simples, o CEP prega o controle conduzido simultaneamente com a produção (controle do processo) ou execução do serviço, ao invés da pura inspeção posterior, em que o produto ou serviço já se encontra terminado (controle do produto). Conseqüentemente, quando do surgimento de problemas, a ação deve ser no processo (causa) que gerou o defeito, e não no produto (efeito) em si. Não se melhora a qualidade por meio da inspeção. Ela já vem com o produto quando este deixa o processo e, portanto, antes de inspecioná-lo.

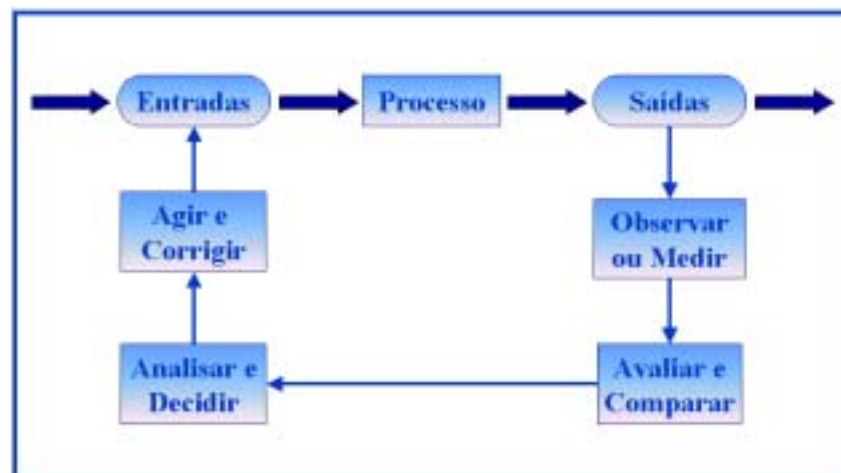


Figura 12 – Ciclo de Controle, baseado em (RAMOS, 2002).

As causas de variação do processo podem ser (RAMOS, 2002):

- Causa comum: é definida como uma fonte de variação que afeta todos os valores individuais de um processo. É resultante de diversas origens, sem que nenhuma tenha predominância sobre a outra. Enquanto os valores individuais diferem entre si, quando estes são agrupados, formam um padrão;
- Causa especial: é um fator que gera variações que afetam o comportamento do processo de maneira imprevisível, não sendo, portanto, possível obter-se um padrão. Costuma também ser chamada de causa esporádica, em virtude de sua natureza;

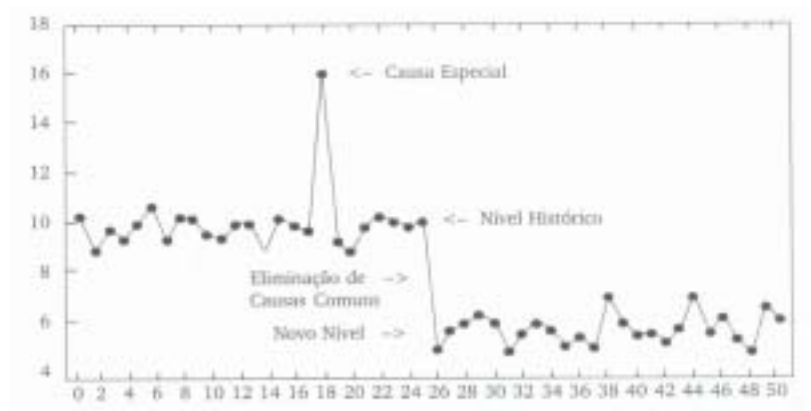


Figura 13 – Causas comuns e causas especiais de variação (RAMOS, 2002).

Existem duas grandes categorias de gráficos de controle:

- **Variáveis:** características cujo valor é o resultado de algum tipo de medição (peso, tempo, valor, comprimento, resistência, etc.);
- **Atributos:** são as características cujo resultado é decorrente de uma classificação ou contagem (número de defeituosos, número de defeitos, número de erros, etc.);

Um gráfico de controle é um conjunto de pontos (amostras), ordenados no tempo, que são interpretados em função de linhas horizontais, chamadas de limite superior de controle (LSC), linha média (LM) e limite inferior de controle (LIC). No cálculo dos limites de controle e obtenção de amostras, as seguintes regras devem ser obedecidas:

1. O desvio padrão utilizado deve ser sempre estimado na variação dentro da amostra, ou seja, na média das dispersões das amostras, e não na dispersão total dos dados;
2. Os gráficos sempre utilizam limites de controle localizados à distância de três desvios padrão da linha média;
3. Os dados devem ser obtidos e organizados em amostras (ou subgrupos) segundo um critério racional, visando permitir a obtenção das respostas necessárias;
4. O conhecimento obtido por meio dos gráficos de controle deve ser empregado para modificar as ações, conforme adequado;

Na construção de gráficos de controle, certos passos devem ser seguidos de modo a permitir sua correta análise:

- Coletar dados durante certo período de tempo, até que todos os tipos de variação nos quais se está interessado em avaliar tenham oportunidade de aparecer;
- Calcular as estatísticas que resumem a informação contida nos dados (médias, amplitudes, desvio padrão, proporções, números de defeituosos, etc.);

- Calcular os limites de controle com base nestas estatísticas;
- Marcar os pontos (estatísticas) nos gráficos de controle e uni-los, para facilitar a visualização do comportamento do processo;
- Marcar os limites de controle;
- Analisar os gráficos de controle quanto à presença de causas especiais (tendências, ciclos, estratificação, etc.);
- Quando for detectada a presença de causas especiais, buscar identificar, eliminar e prevenir sua repetição;

### 2.1.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM PROJETO

O processo de análise estratégica de um investimento pressupõe verificar se a empresa consegue gerar fluxos de caixa positivos no curto prazo, capazes de dar sustentabilidade ao processo de geração de valor no longo prazo. Trata-se de um estudo fundamental para a aprovação de um projeto, pois, a administração de um negócio toma decisões a partir desta avaliação. Um projeto deve ter duas condições para ser viável (ROTONDARO, 2002):

- **Viabilidade técnica:** necessária, mas não é suficiente, representa a possibilidade do projeto ser realizado com os procedimentos de engenharia e equipamentos disponíveis;
- **Viabilidade econômica:** o investimento remunera adequadamente o capital aplicado no projeto, ou seja, os benefícios devem ser maiores que os custos;

A análise de viabilidade econômica utiliza uma taxa de investimento que pode ser a taxa de juros de uma aplicação financeira. O fluxo de caixa é uma representação das contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro) ao longo do tempo. A representação gráfica é a seguinte:



Figura 14 – Representação do fluxo de caixa, adaptado de (ROTONDARO, 2002).



A avaliação de investimento pelo Valor Atual Líquido (VAL) tem por finalidade determinar um valor no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e dispêndios. A expressão de cálculo para fluxos iguais é:

$$VAL = \sum_{k=0}^{k=n} V_k * \left( \frac{(1+i)^k - 1}{(1+i)^k * i} \right)$$

Onde:

$VAL$  = valor atual líquido de um fluxo de caixa;

$n$  = nº. períodos envolvidos em cada elemento da série de receitas e dispêndios;

$V_k$  = cada um dos diversos valores envolvidos no fluxo de caixa e que ocorrem em  $n$ ;

$i$  = taxa de investimento ou taxa atrativa mínima;

O VAL pode receber as seguintes interpretações:

- Se o  $VAL > 0$ , o projeto é viável e deve ser aceito;
- Se o  $VAL < 0$ , o projeto deve ser rejeitado;
- Se o  $VAL = 0$ , projeto suporta a taxa atrativa mínima e não gera rentabilidade superior a ela;
- O VAL depende da taxa atrativa mínima ou de custo de capital alternativo de oportunidade;



Parte I – Introdução

Parte II – Revisão da literatura

**Parte III – Aplicação do Modelo**

Parte IV – Discussão e Conclusão

## **PARTE III – APLICAÇÃO DO MODELO**

### **3.1 CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES SOBRE OS DADOS DA EMPRESA**

A empresa começou recentemente uma documentação a respeito da qualidade dos produtos vendidos. Trata-se de uma planilha eletrônica que registra todas as reclamações dos clientes que são as escolas conveniadas. Este controle começou em Abril de 2002 e representa a única fonte de dados com relação à qualidade dos produtos e serviços da gráfica. Desde o início da empresa, nunca uma política com relação à qualidade foi adotada. Quando ocorrem problemas com os pedidos de clientes, apenas são expedidos novos exemplares e nenhuma atitude de enfoque preventivo na produção ou na expedição tem sido tomada.

Dependendo do tipo de não conformidade, é fácil diagnosticar o processo que apresenta problemas, devido ao arranjo funcional e a associação direta do defeito com os processos da gráfica. Assim, é simples deduzir quais são os processos responsáveis pelo produto defeituoso.

A empresa possui um sistema de informação que administra as operações da gráfica. Assim, os dados correlacionados a quantidade de vendas, preços e estoques dos produtos foram obtidos neste banco de dados. Apesar da empresa possuir um setor de informática, todas as tecnologias de informação foram terceirizadas. Assim, os profissionais deste setor estão reservados à manutenção dos equipamentos e fornecer suporte aos usuários do sistema de informação da empresa.

## **3.2 APLICANDO A METODOLOGIA DMAIC DO SEIS SIGMA**

### **3.2.1 DEFININDO O PROJETO**

O projeto visa à redução da quantidade de produtos em não conformidade da Gráfica e Editora Anglo através da ferramenta DMAIC da metodologia Seis Sigma, buscando uma maior eficiência nos processos críticos para a qualidade e um aumento do retorno financeiro da empresa.

**O projeto possui a meta de reduzir em 70% as não conformidades dos produtos da empresa em dois anos de aplicação da ferramenta DMAIC da metodologia Seis-Sigma. Produtos terceirizados serão analisados apenas problemas com relação à expedição na gráfica.**

Apesar da simplicidade, a planilha eletrônica que registra as reclamações dos clientes é a principal fonte de informações disponível para este estudo. Ela é importante para determinar quais são os requisitos críticos para os clientes da empresa e, também, para descobrir quais são os processos importantes para a melhoria da qualidade.

Outra fonte de informações importante na determinação dos requisitos é o depoimento dos funcionários da linha de frente. Entrevistas foram feitas com o funcionário auxiliar de compras, que é responsável pelo atendimento dos clientes insatisfeitos, com os atendentes da central de convênios e alguns clientes das escolas conveniadas. Com esse conjunto de informações, foi possível determinar os seguintes requisitos chave dos clientes:

- Entrega de pedidos dentro do prazo para cumprir o cronograma estabelecido pelo sistema de ensino;
- Material didático corretamente expedido conforme o pedido;

- Produtos sem problemas de qualidade (folhas ou capas sem impressão, páginas faltando ou invertidas, etc.);
- Facilidade de encontrar os produtos dentro da entrega;

A gráfica tem respeitado a urgência dos pedidos conforme o calendário estabelecido pelo sistema de franquias da empresa. Assim, problemas com remessa fora do prazo não estão neste projeto. Nos momentos de sobrecarga de pedidos, a empresa tem contratado funcionários temporários para atender os picos de demanda na expedição de produtos devido à demanda sazonal. Com os requisitos dos clientes determinados, os seguintes macro-processos deverão entrar no estudo: pré-impressão, impressão/acabamento e expedição de produtos. O estudo dos processos será por fluxogramas para ter uma boa visão geral dos processos. A figura a seguir ilustra o macro-processo de pré-impressão:



Figura 15 – Fluxograma da Pré-Impressão. Elaborado pelo autor.

A pré-impressão é responsável pela edição dos produtos. Começa com a elaboração dos livros pelos autores, depois a formatação, ilustração, inspeção e a criação dos fotolitos. Toda esta etapa é feita na Editora que se encontra fisicamente fora da Gráfica. Com os fotolitos, o laboratório da gráfica faz a montagem de oito páginas em um filme de poliéster. Existe uma seqüência lógica de disposição das páginas para que na dobra da folha impressa forme um caderno que contém corretamente a seqüência das páginas, por isso, o chefe de produção faz inspeção de 100% das montagens. Depois, o fotolito montado vai para radiação das chapas de alumínio, sendo estas reveladas e fixadas.

O segundo macro-processo do estudo é a impressão e acabamento dos produtos. A primeira operação é o corte do papel na guilhotina em um formato adequado para a impressão. Geralmente, este processo é simultâneo ao processo de gravação das chapas.

Depois, as impressoras são alimentadas com papel formatado, chapas de impressão e tintas. Trata-se de uma produção em lotes que geralmente possui uma capacidade máxima de 12.000 impressões por hora. A preparação das máquinas envolve fixação da chapa de impressão, alimentação de papel/tinta e ajustes do equipamento. Este processo se repete a cada troca de chapa. Para exemplificar, uma apostila de 80 páginas precisa de 10 chapas gravadas (oito páginas por chapa). O ajuste dos equipamentos para produção ocupa um tempo considerável. Em lotes viáveis economicamente, este processo chega a ocupar 50% do tempo total de impressão de um lote. A impressão pode ser em preto/branco (três máquinas) ou colorida (duas máquinas que imprimem duas cores primárias de cada vez), sendo esta impressão muito mais cara porque é processada em duas impressoras consecutivas.

Com as folhas impressas, inicia-se a dobra dos cadernos. Existem duas máquinas que realizam automaticamente o processo. Com os cadernos dobrados, faz-se a montagem da seqüência dos cadernos na alceadeira, que é semi-automática, pois esta precisa de alimentação de cadernos e retirada das apostilas prontas manualmente. A montagem da seqüência é automática.

O acabamento dos produtos inicia-se com o refile que é o processo de corte das bordas onde tem dobras no caderno de oito páginas. Logo em seguida ao refile, caso o produto for uma apostila, passa para o processo de furação e colocação de espiral. Se for um livro, o produto é apenas grampeado. Na gráfica não existem equipamentos para lombada quadrada de livros, sendo este processo terceirizado. Com os produtos prontos, estes são organizados em paletes. Estes, para proteção, são envolvidos com filme plástico para estocagem.

Para obter uma visão geral do macro-processo de impressão e acabamento, observe o seguinte mapa de processos:

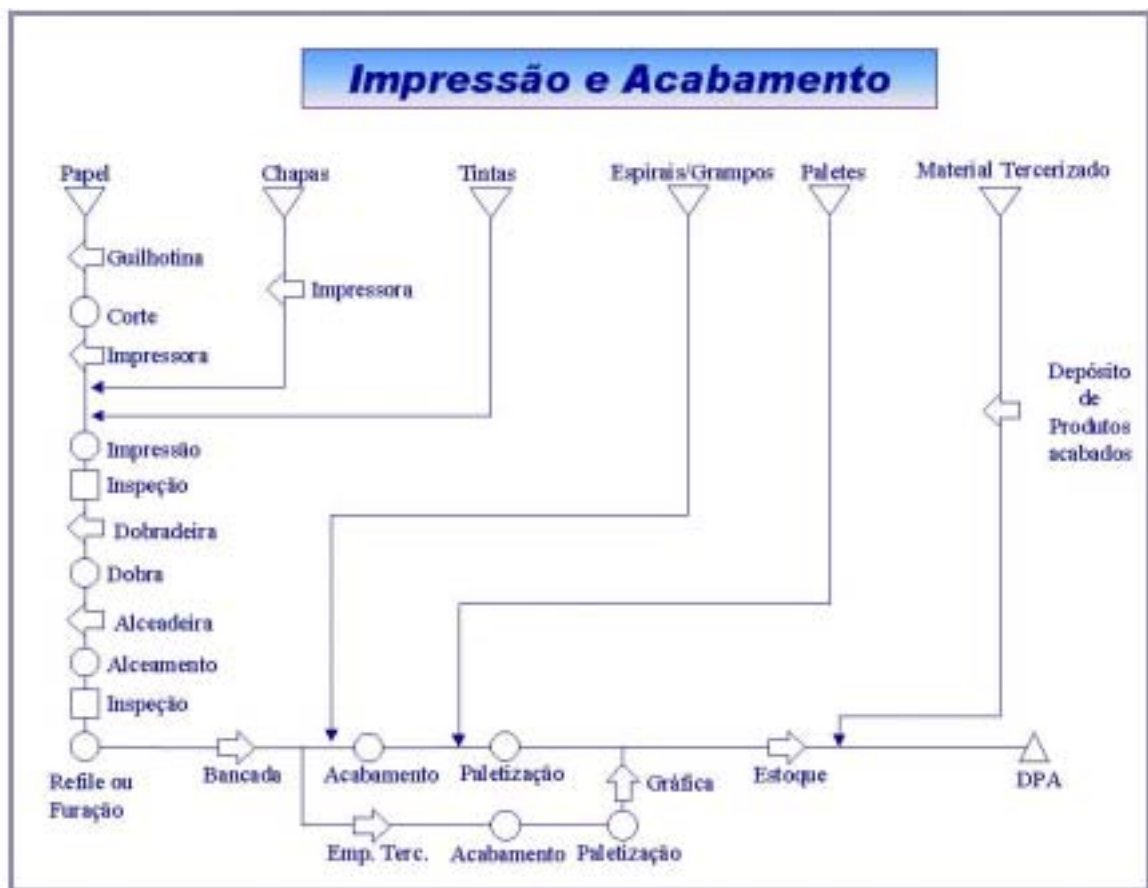


Figura 16 – Fluxograma da Impressão e Acabamento. Elaborado pelo autor.

Todo o macro-processo de impressão e acabamento também pode ser feito em empresas terceirizadas. Os fotolitos são enviados para duas gráficas contratadas para gravação de chapas, impressão e acabamento. Depois, os produtos acabados são entregues à gráfica para a estocagem e expedição de produtos.

Por fim, descreve-se o macro-processo de expedição de produtos. Este se inicia com a escola conveniada realizando seu pedido por internet ou fax. A central de convênios, na unidade *Tamandaré*, registra o pedido no sistema de informação da empresa. Cadastrados, os pedidos podem ser acessados pelos funcionários da gráfica via sistema. O atendente de vendas da gráfica imprime a pré-nota que é enviada aos funcionários da expedição para separar os produtos no estoque. Terminado a coleta de produtos, os separadores de pedidos devem assinar a pré-nota identificando quem realizou a tarefa. Em seguida, o conferente da expedição faz uma inspeção dos pedidos e, caso o pedido esteja corretamente separado, assina também a pré-nota e autoriza o empacotamento. Por fim, as caixas ficam aguardando a transportadora numa área próxima a doca de entrega. O fluxograma do macro-processo de expedição na gráfica pode ser observado logo a seguir:



Figura 17 – Fluxograma da Expedição de Produtos. Elaborado pelo autor.



---

Quando o pedido fica pronto, a pré-nota é reservada na pasta da escola requisitante no arquivo do escritório da gráfica para qualquer futura consulta necessária. Este arquivo tem sido importante para verificar as reclamações dos clientes com relação à expedição errada de produtos.

Neste mesmo momento, o chefe de expedição requisita o serviço de entrega terceirizado, que é pago pelas escolas conveniadas. Ele identifica na nota fiscal a empresa responsável pelo transporte da remessa. Assim que a transportadora chega, a nota fiscal é entregue junto com os produtos e a segunda via deve ser assinada pelo transportador responsável pela coleta e reservada no arquivo para o controle da empresa. A gráfica paga os serviços de transporte apenas quando ocorrem problemas dentro do pedido. As remessas que totalizam menos de 20 quilos podem ser enviadas via malote dos correios. Este serviço representa um custo fixo mensal para as escolas conveniadas e tem sido uma alternativa econômica para a entrega de pedidos menores e a devolução de produtos.

---

### 3.2.2 MEDINDO O DESEMPENHO DO PROCESSO ATUAL

Nesta fase da metodologia DMAIC, inicia-se um estudo de dados das quantidades de exemplares vendidos que se encontram em não conformidade nos pedidos a partir das reclamações dos clientes e as vendas de produtos correspondentes no mesmo período. Analisando o volume de vendas e número de produtos com reclamações, obtém-se a seguinte série temporal\*:

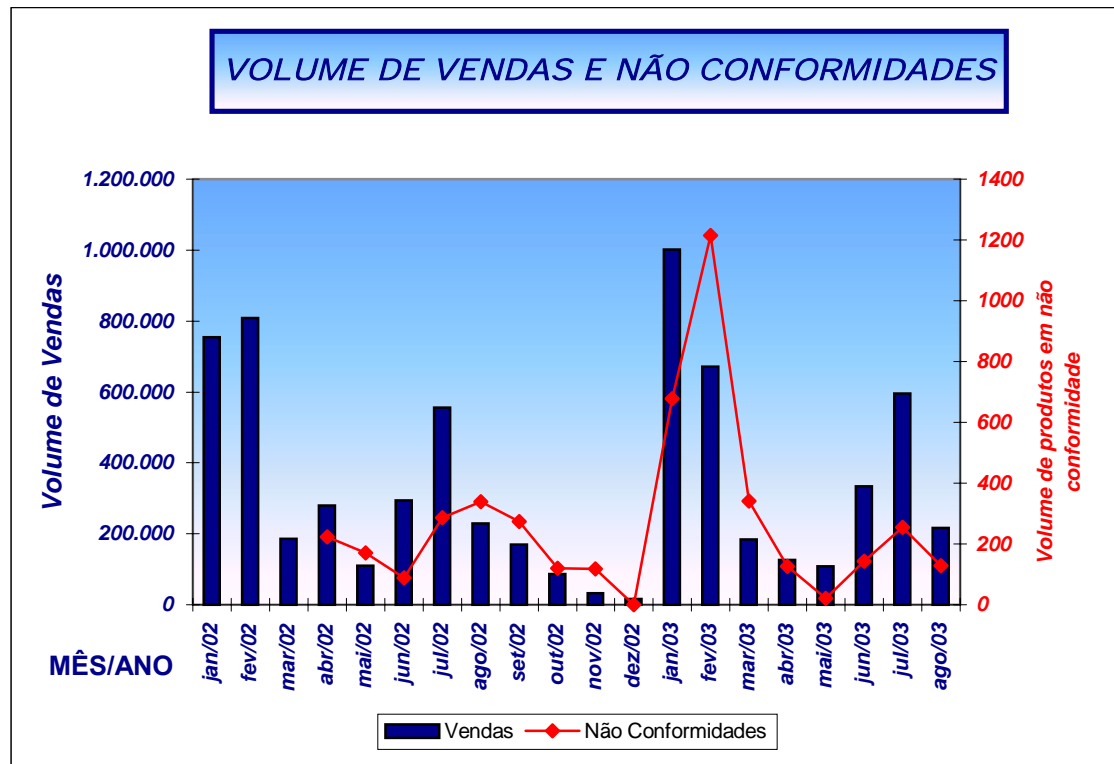


Figura 18 – Volume de vendas e produtos fora da conformidade. Elaborado pelo autor.

\* Baseado na documentação das reclamações dos clientes a partir de Abril de 2002.

Analisando o gráfico, percebe-se os seguintes fatos:

- Sazonalidade da demanda com período anual de grandes picos de saídas de produtos no início do ano (Janeiro e Fevereiro) e no início do segundo semestre (Julho), que coincide com o início da maioria dos cursos oferecidos pelo sistema de ensino;
- O volume de produtos fora da conformidade segue a tendência do volume de vendas;

Na avaliação do desempenho atual da empresa, o período de avaliação geral deve ser anual e as avaliações de períodos menores de um ano, como de um mês, devem ser apenas comparadas com o mesmo período referente ao outro ano em estudo para evitar conclusões precipitadas. Esta decisão foi feita devido ao fato da sazonalidade da demanda que possui um ciclo anual com grande pico de pedidos no começo de cada semestre do ano.

A medição do desempenho da empresa será feita por medição discreta do Rendimento Geral dos processos para obter a pontuação Sigma (PANDE, NEUMAN E CAVANAGH, 1998):

<b><u>Cálculo do Desempenho Atual</u></b>	
Período:	<b>Abril/2002 a Abril/2003</b>
Volume de Vendas:	<b>3.631.634unidades</b>
Volume de Produtos Defeituosos:	<b>3.852unidades</b>
Rendimento:	<b>99,894%</b>
Pontuação Sigma:	<b>≈4,5σ</b>

*Tabela 4 – Desempenho atual da empresa. Elaborado pelo autor.*

Os dados de produtos em não conformidade de 2003 não estão totalmente disponíveis, então esta parte em diante do estudo será baseada apenas nos dados de reclamações de clientes de 2002. Fazendo um diagrama de pareto com base nas reclamações dos clientes do período analisado, temos o seguinte gráfico:

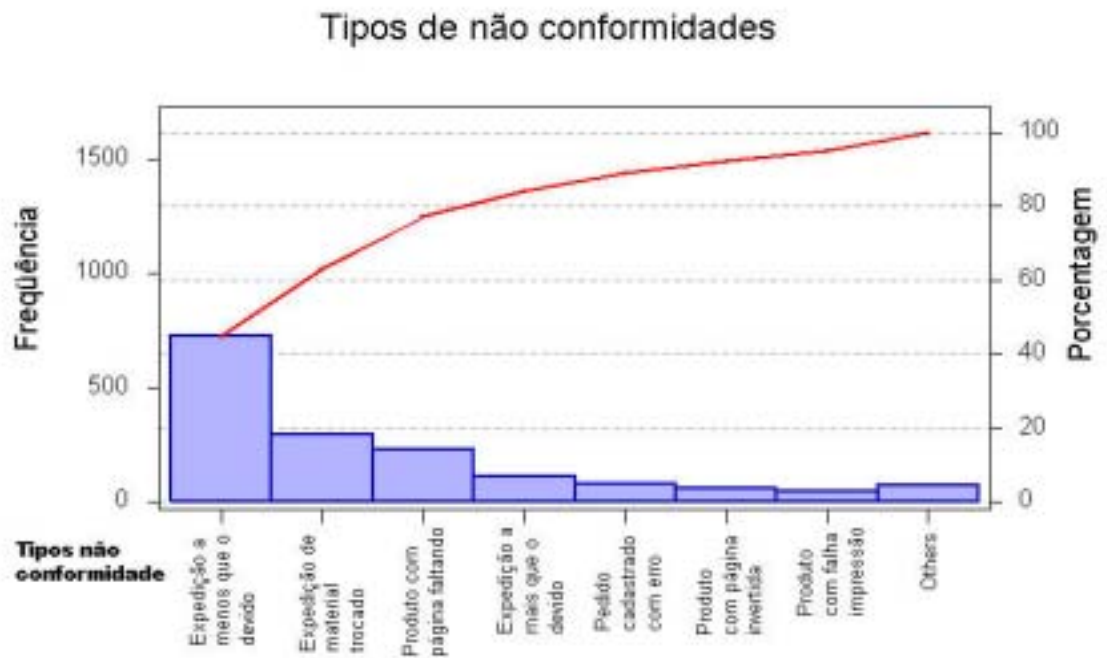


Figura 19 – Gráfico de Pareto dos tipos de Não Conformidades da Gráfica em 2002.

Elaborado pelo autor.

Analisando os tipos de defeitos, pode-se relacionar os processos ligados com cada tipo de produto em não conformidade, desta forma, é possível determinar os setores responsáveis pelas não conformidades registradas na planilha eletrônica de reclamações de clientes. Fazendo um Diagrama de Pareto com relação à quantidade de produtos em não conformidade em relação aos setores responsáveis, elabora-se o seguinte gráfico:

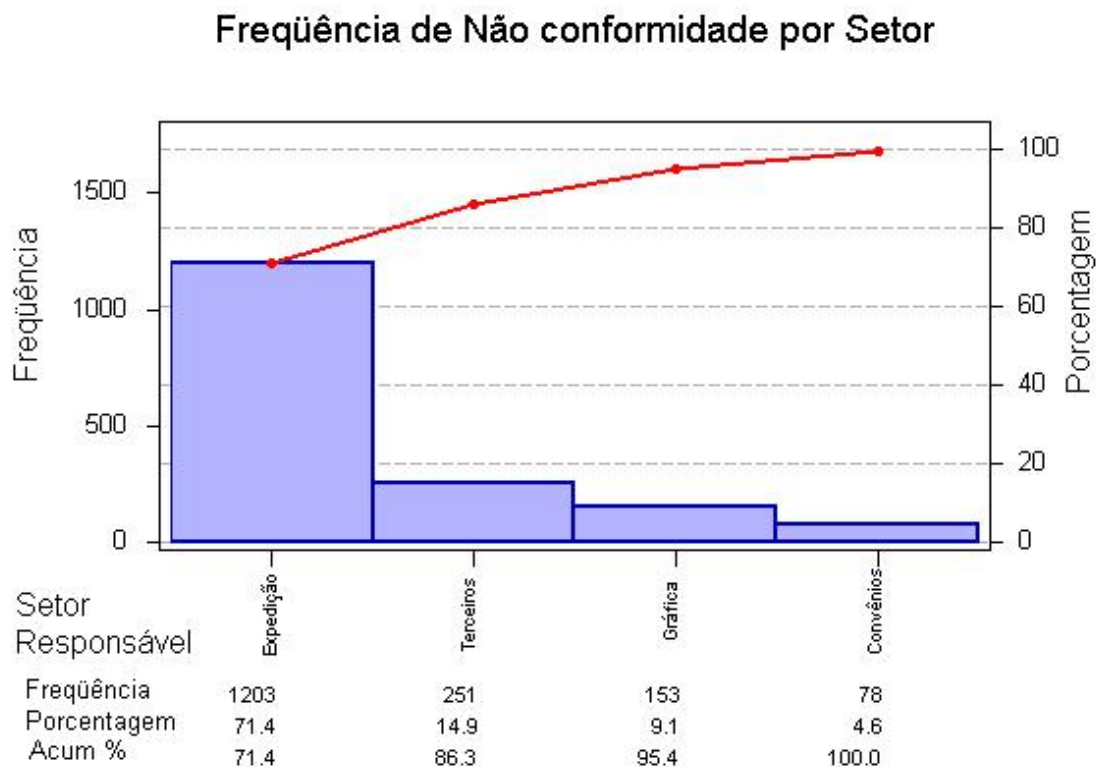


Figura 20 – Diagrama de Pareto da distribuição das não conformidades por setor.

Elaborado pelo autor.

Os problemas relacionados ao setor de convênios, como o cadastramento errado de pedidos, estão fora da limitação de estudo. O mesmo acontece com os problemas com produtos terceirizados que não serão estudados.

Analisando as reclamações relacionadas com a expedição de produtos, pode-se observar que elas representavam 71,4% do total dos produtos em não conformidade. Os problemas com relação à qualidade dos produtos da gráfica (folhas não impressas, invertidas, faltantes, etc.) representam 9,1% do total dos produtos em não conformidade. Estes processos devem melhorar os seus desempenhos atuais, pois são fatores críticos da insatisfação dos clientes.

### 3.2.3 ANÁLISE DAS CAUSAS

Inicia-se a terceira fase da metodologia DMAIC que busca determinar a causa-raiz dos problemas. Nesta etapa, serão utilizados para determinar as raízes dos problemas: estratificação dos dados de defeitos, análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) e diagramas e matrizes de causa e efeito. Com relação aos prazos das ações recomendadas do FMEA, serão determinados após a análise de todos os modos potenciais de falha, sendo discutido apenas no item: **Planos de ação**.

A análise das causas começa com os problemas de expedição da empresa, que representam 71,4% dos problemas de não conformidade da empresa (diagrama pareto da Figura 20). Esses problemas estão distribuídos da seguinte maneira:

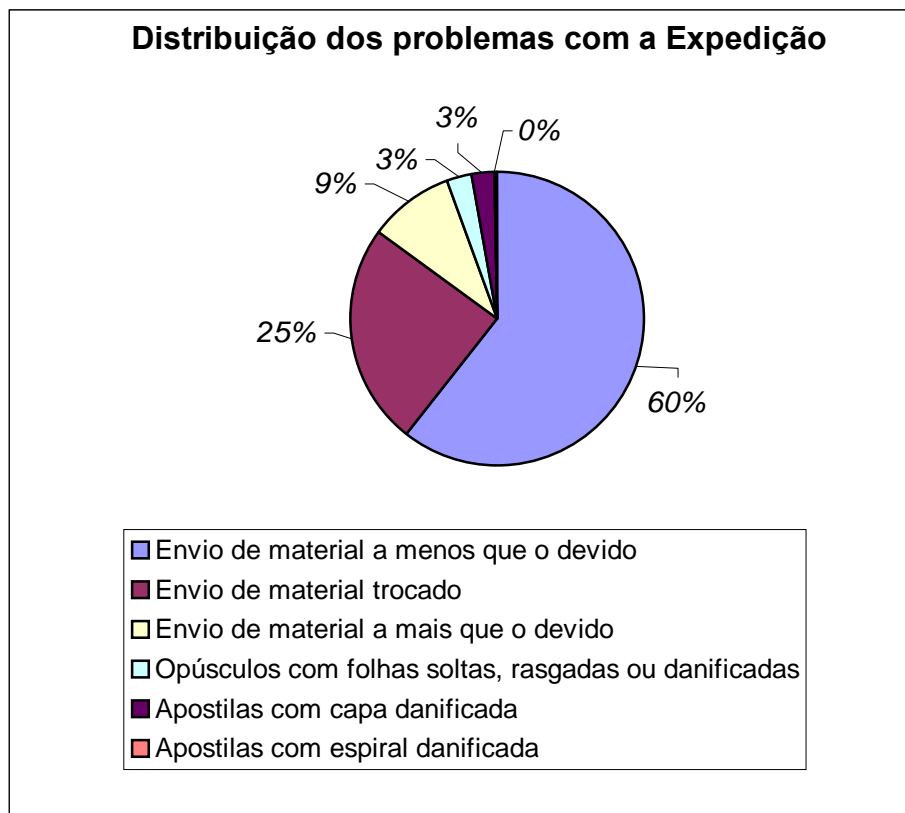


Figura 21 – Distribuição das não conformidades da Expedição de Produtos.

Elaborado pelo autor.

Com entrevistas e o acompanhamento dos processos com os funcionários do setor de expedição, foi possível elaborar o diagrama de causa-efeito para os problemas do setor:

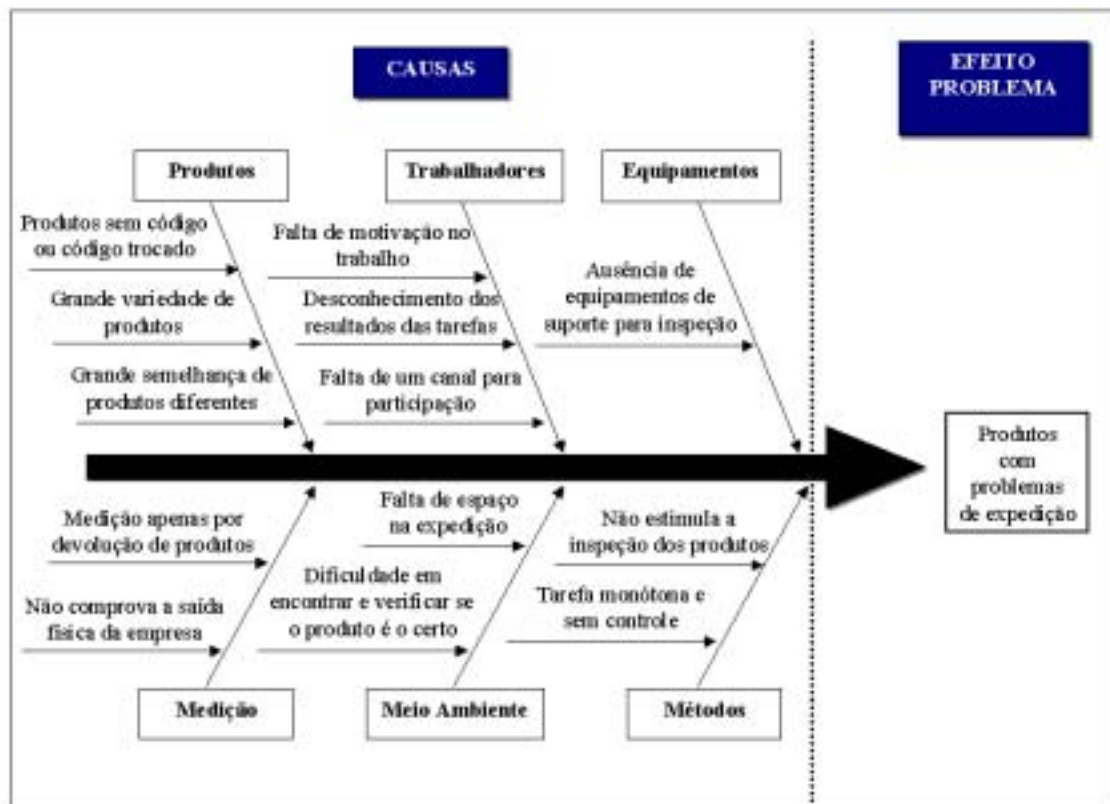


Figura 22 – Diagrama de Causa e Efeito do Processo de Expedição de produtos.

Elaborado pelo autor.

Analisando o setor de expedição de produtos, verifica-se a falta de uma ferramenta eficaz de suporte para a inspeção dos produtos, o que torna a tarefa difícil e fatigante, devido à grande variedade de itens da empresa (mais de 500 produtos). Atualmente, os funcionários da expedição utilizam apenas uma lista de produtos (pré-nota) para cada pedido que contém o código, a descrição e as quantidades dos pedidos. No entanto, esta lista não é eficaz para a inspeção de produto, pois existem muitos produtos que são semelhantes no estoque, o que gera confusão na coleta de pedidos.

---

Este fato induz os funcionários a consultarem os responsáveis pelo estoque que nem sempre estão disponíveis, o que gera atrasos na expedição de pedidos. Como os trabalhadores da expedição não possuem um suporte eficiente com relação à consulta de informações sobre o material, as incertezas em suas tarefas fazem parte do dia a dia do funcionário deste setor.

Além disso, verifica-se uma falta de motivação nos funcionários. Todos reclamam que os esforços nunca são reconhecidos, a voz do cliente interno nunca possui importância na empresa e existe a falta de um controle que comprove a saída física dos produtos da empresa. Como não existe um controle justo do desempenho dos funcionários da expedição, ocorre uma inibição dos melhores trabalhadores, pois no momento de avaliação todos os funcionários são iguais, o que tira a individualidade de cada um.

A sazonalidade dos pedidos sobrecarrega os funcionários da expedição em Janeiro, Fevereiro e Julho em todos os anos letivos. E, praticamente, deixa o setor ocioso em Outubro, Novembro e Dezembro. A grande demanda dos meses de pico de pedidos sobrecarrega os conferentes que acabam não verificando os códigos dos produtos, fazendo uma inspeção superficial na coleta dos produtos. Assim, a inspeção das coleções é o processo crítico da expedição e precisa ser monitorada com mais atenção. No entanto, a causa real do problema está na coleta dos materiais. A maioria dos separadores de pedidos não utiliza os códigos dos produtos para coleta e como nunca receberam um resultado de suas atividades, acreditam que desempenham bem suas tarefas. A verdade é que, devido a grande variedade de produtos, os funcionários não deveriam “julgar um livro pela sua capa”.

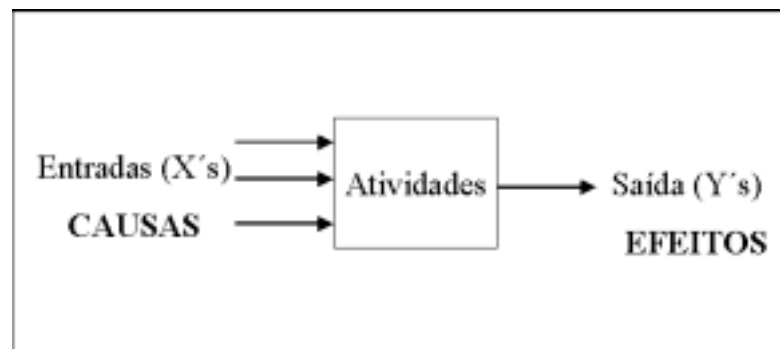
Entrevistas revelaram que existem produtos sem código ou com código trocado e este fato foi comprovado durante visitas aos estoques. Foi questionado o porquê que o problema não foi divulgado pela empresa e, mais uma vez, o baixo poder de voz do cliente interno foi o empecilho da divulgação do problema.

---



Não existem reuniões para discussão de metas de conformidade dos pedidos e problemas referentes ao passado para incluir a opinião dos executores da tarefa. Apenas a voz do cliente externo é dada importância e a falta de comprovação das saídas físicas da empresa faz com que a honestidade dos funcionários do setor seja sempre questionada, o que gera uma grande insatisfação no setor e, conseqüentemente, desencadeia na falta de motivação no trabalho.

Dadas as prováveis causas dos problemas de expedição dos produtos, é possível elaborar a Matriz de Causa e Efeito para descobrir quais são as fontes potenciais de variação do problema em estudo. Neste trabalho será utilizada a seguinte modelagem:



*Figura 23 – Modelagem utilizada para elaborar Matriz de Causa e Efeito.*

*Adaptado de (ROTONDARO, 2002).*

Nesta modelagem, o *Y* representa o resultado do processo, o desempenho do negócio, o objetivo estratégico, o requisito do cliente, ou seja, a saída do processo. O *X* significa todas as ações que são efetuadas para alcançar os objetivos do processo. Seguindo o modelo:  $Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ , descobriremos quais os fatores potenciais (*X*) que têm maior impacto no problema (*Y*) em estudo.

A metodologia utilizada possui os seguintes passos:

1. Primeiramente, as causas prováveis ( $X$ ) do problema em estudo ( $Y$ ) obtidos pelo diagrama de causa e efeito são colocadas no fluxograma de processos;
2. Elaboração da Matriz de Causa e Efeito, determinação dos pesos de cada ( $X$ ) e ( $Y$ ) e, por fim, realizar o produto  $(X)*(Y)$ ;
3. Construir o Diagrama de Pareto para identificar a importância de cada fator  $X$  na variável  $Y$  em estudo;

Primeiramente, esta metodologia será aplicada para os problemas de expedição. Inicia-se pelo fluxograma com as causas listadas do diagrama de causa e efeito:

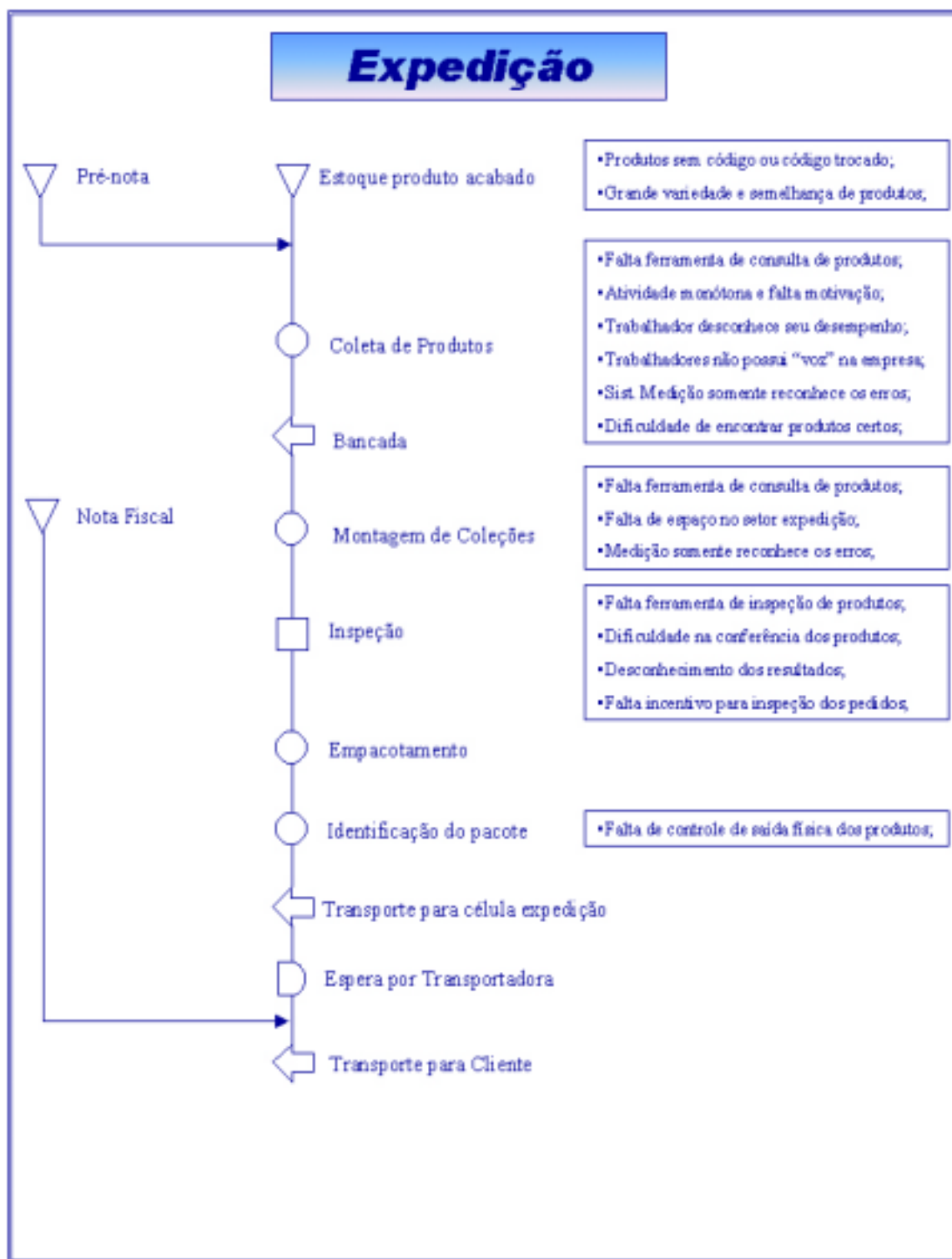


Figura 24 - Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Expedição.

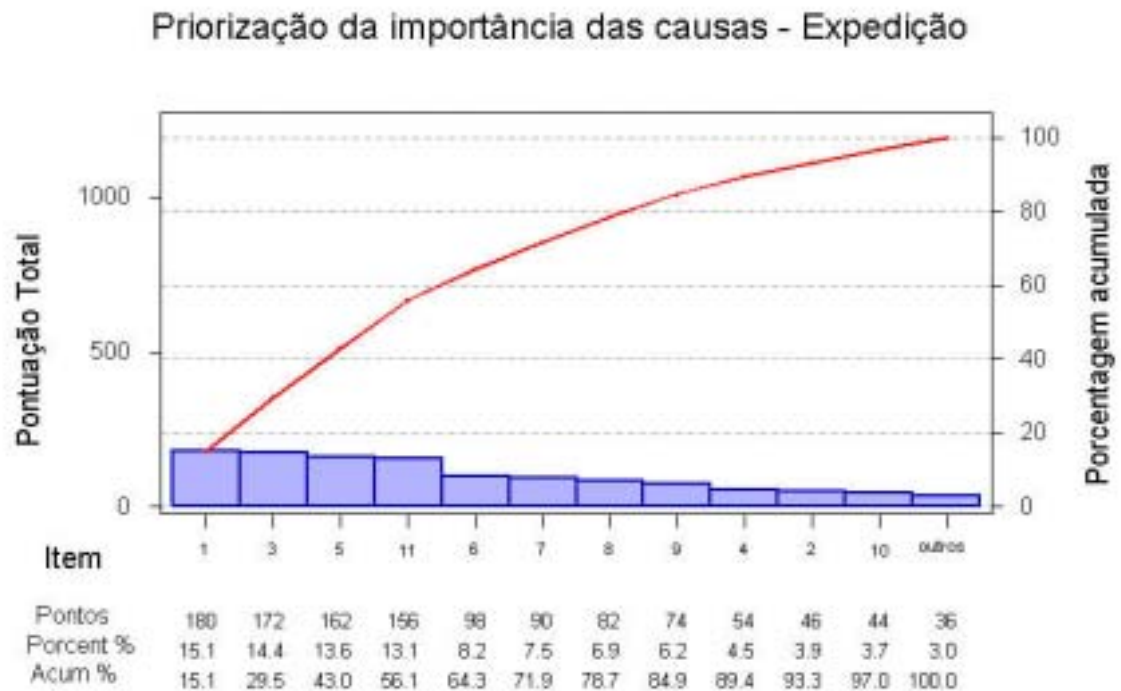
Elaborado pelo autor.

A partir das possíveis causas estudadas no fluxograma, elabora-se a Matriz de Causa e Efeito. Atribui-se um peso para cada efeito (Y's) e cada correlação causa (X's) com o efeito (Y's):

Peso		10	8	Total
Item		1	2	
CPQ's (Y's)		Conformidade da expedição de produtos	Velocidade da expedição de produtos	
Item	Causas (X's)			
1	Produto sem código ou código trocado	10	10	180
2	Sistema de medição apenas reconhece erros dos trabalhadores	3	2	46
3	Falta de ferramenta para inspeção de produtos	10	9	172
4	Falta de um "canal de voz" para os trabalhadores	3	3	54
5	Falta de ferramenta para consulta de produtos	9	9	162
6	Semelhança de produtos diferentes	5	6	98
7	Grande variedade de produtos	5	5	90
8	Falta de incentivo para inspeção dos pedidos	5	4	82
9	Falta de espaço no setor de expedição	1	8	74
10	Trabalhador desconhece o seu desempenho	2	3	44
11	Falta de controle de saída física dos produtos	10	7	156
12	Atividades do setor são monótonas e sem controle	2	2	36

Tabela 5 – Matriz de Causa e Efeito da Expedição de Produtos. Elaborado pelo autor.

Através da pontuação total dos itens na Matriz de Causa e Efeito, elabora-se o diagrama de pareto para verificar a prioridade de importância de cada causa no efeito estudado:



*Figura 25 – Diagrama de Pareto da importância das causas dos problemas de Expedição. Elaborado pelo Autor.*

Baseado na priorização acima, o projeto deve agir sobre as seguintes causas:

- Produtos sem código ou códigos errados;
- Falta de ferramenta para inspeção dos produtos no pedido;
- Falta de ferramenta para a consulta de informações sobre os produtos;
- Falta de controle da saída física dos produtos expedidos;

Utilizando o FMEA para os problemas de expedição, podemos identificar os possíveis modos de falha potencial e determinar o efeito de cada um sobre o desempenho de cada processo. Com o número de prioridade de risco, pode-se priorizar os modos de falha em função dos seus efeitos e, além disso, identificar ações que minimizam a chance do efeito acontecer. Para efeito de consulta para analisar os formulários do FMEA para os processos estudados, são utilizados os seguintes critérios para determinação dos índices de ocorrência, severidade e detecção:

<b><u>SEVERIDADE</u></b> (GRAVIDADE PARA O CLIENTE)	<b><u>OCORRÊNCIA</u></b> (PROBABILIDADE DA FALHA)	<b><u>DETECÇÃO</u></b> (PROBABILIDADE DE ENCONTRAR)
	<i>Muito remota – 1</i>	<i>Muito Alta – 1</i>
<i>Apenas perceptível – 1</i>	<i>Muito pequena – 2</i>	<i>Alta – 2, 3</i>
<i>Pouca importância – 2,3</i>	<i>Pequena – 3</i>	<i>Moderada – 4, 5, 6</i>
<i>Moderadamente grave – 4, 5, 6</i>	<i>Moderada – 4, 5, 6</i>	<i>Pequena – 7, 8</i>
<i>Grave – 7, 8</i>	<i>Alta – 7, 8</i>	<i>Muito pequena - 9</i>
<i>Extremamente grave – 9, 10</i>	<i>Muito Alta – 9, 10</i>	<i>Remota – 10</i>

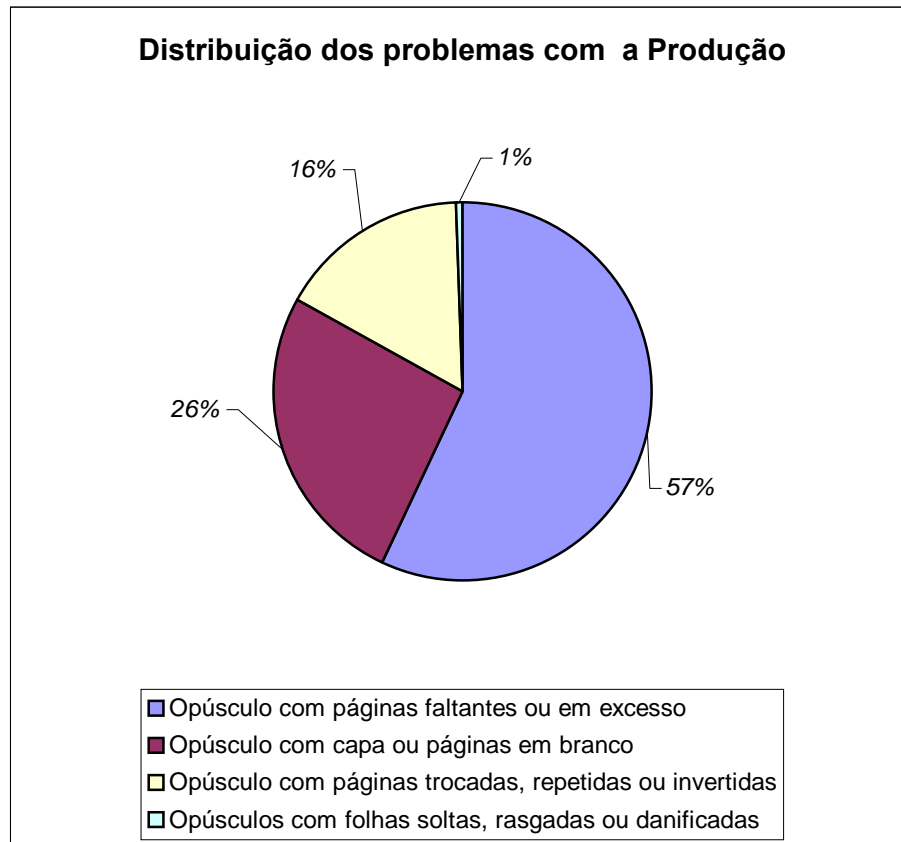
*Tabela 6 – Critério de quantificação dos índices do FMEA. Baseado em (BRAZ, 2002).*

O número de prioridade de risco (NPR) é calculado pelo produto dos índices de severidade, ocorrência e detecção que são obtidos conforme o critério adotado acima. Os itens com NPR mais altos devem ter prioridade de ação. A seguir, observe o FMEA para os processos de expedição:

Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos – Setor Expedição															
Função do Processo	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is) da Falha	S E V E R I D A D E	Causa(s) e mecanismo(s) Potencial(is)	O C O R R Ê N C I A	Controles atuais do Processo	D E T E C T A O	Ações Preventivas Recomendadas	Responsabilidade pela ação recomendada e prazo	Resultado das Ações					
										Ações Tomadas		Data Efetiva			
										S	O				
Expedição de Produtos	Expedição incorreta de produtos	Refazer o pedido e insatisfação do cliente	10	1) Produtos sem código ou código errado;	10	1) Pré-nota;	8	1) Auditoria dos produtos e sistema de criação dos códigos no cadastro 2) Criação de inspeção por código de barras nos produtos 3) Colocar terminal de consulta de informação de produtos nos estoques 4) Registro das saídas físicas através da leitura dos código de barras dos produtos	1) Engenheiro de Produção e o responsável pelo cadastramento de produtos no sistema de informação 2) Engenheiro de Produção, Chefe do setor de CPD e consultor de informática da empresa 3) Engenheiro de Produção, Chefe do setor de CPD e consultor de informática da empresa 4) Engenheiro de Produção, Chefe do setor de CPD e consultor de informática da empresa						
				2) Falta ferramenta para inspeção dos pedidos;											
				3) Falta ferramenta para consulta de informação sobre os produtos											
				4) Falta de controle da saída física dos produtos expedidos											

Tabela 7 – FMEA do processo de expedição de Produtos. Elaborado pelo autor.

Agora, analisando os problemas com o setor de produção, que representam 9,1% das não conformidades totais da empresa, temos a seguinte distribuição:



*Figura 26 – Distribuição dos tipos de não conformidades da produção*

Analizando o fluxograma de processos da produção, os produtos com problemas com o número de páginas surgem no processo de Alceamento, representando 57% dos problemas do setor. Este processo é semi-automatizado, consistindo na montagem lógica dos cadernos de impressão, que possuem oito páginas cada um, para formar um livro. Em média, cada produto utiliza 20 cadernos seqüenciados. Neste processo, a alimentação e as saídas das montagens são manuais, sendo automatizado a tarefa de montar a seqüência certa dos cadernos. Analisando este processo, pode-se montar o diagrama de Causa e Efeito para o problema:



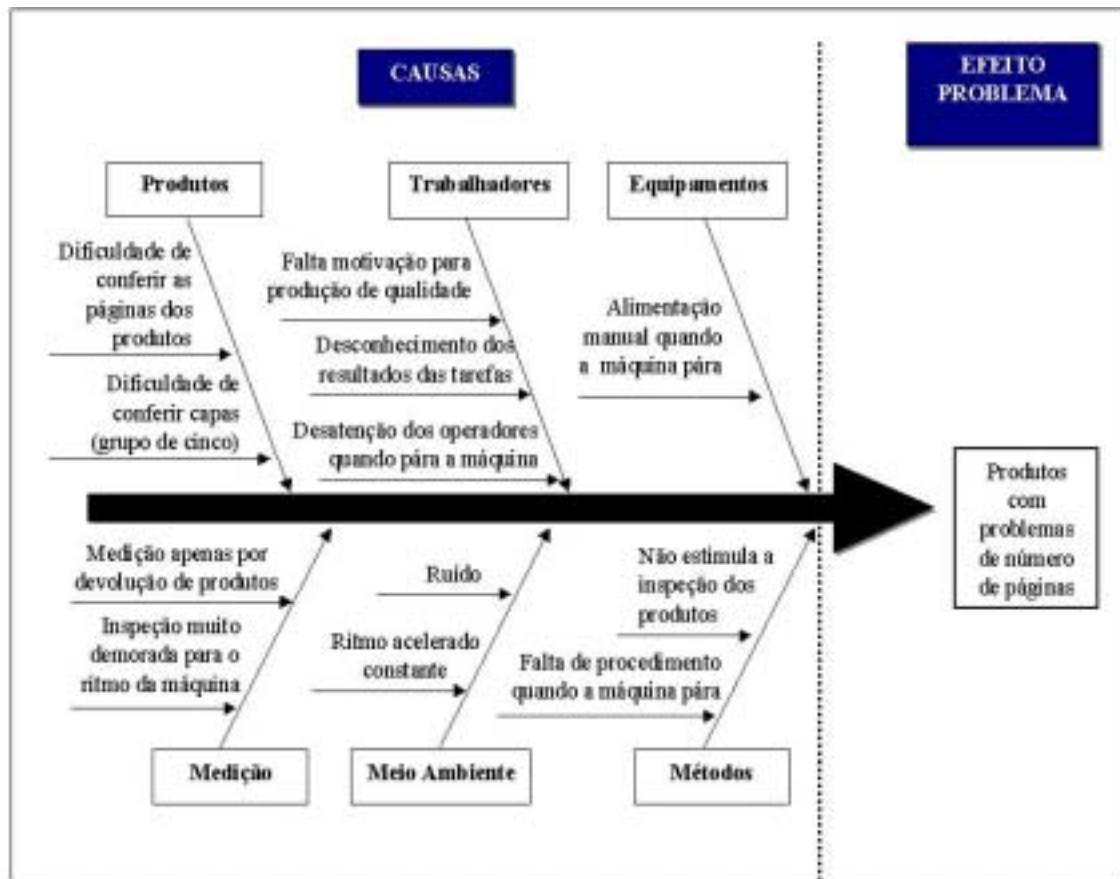


Figura 27 – Diagrama de Causa e Efeito do processo de Alceamento. Elaborado pelo autor.

A alceadeira é um equipamento moderno com monitores que indicam a produção, velocidade da linha e problemas no processo. A montagem dos livros feita por este equipamento é automática. Na análise do processo, descobriu-se que a falta de páginas surge quando o equipamento pára e o caderno fica preso na pinça do equipamento.

Neste momento, o operador se dirige para a célula onde o alarme foi acionado e retira o material preso. Este fica inutilizado, e o operador deve alimentar manualmente o caderno que ficou faltando na montagem. Assim, surgem os problemas com o número de páginas, caso falte páginas é porque o operador deixou de alimentar um caderno na célula em que o processo parou. Caso o operador coloque dois cadernos, ocorre o

produto com páginas excedentes. Existe uma inspeção na saída da máquina, onde os funcionários verificam um gabarito na lateral da montagem. Trata-se de uma linha diagonal que é formada quando todos os cadernos, que deveriam compor o livro, estão presentes. Esta inspeção é feita em conjuntos de cinco exemplares que saem do equipamento.

Com todas as possíveis causas do problema do processo de alceamento, a metodologia da matriz de causa e efeito pode ser utilizada para descobrir as causas mais relevantes:

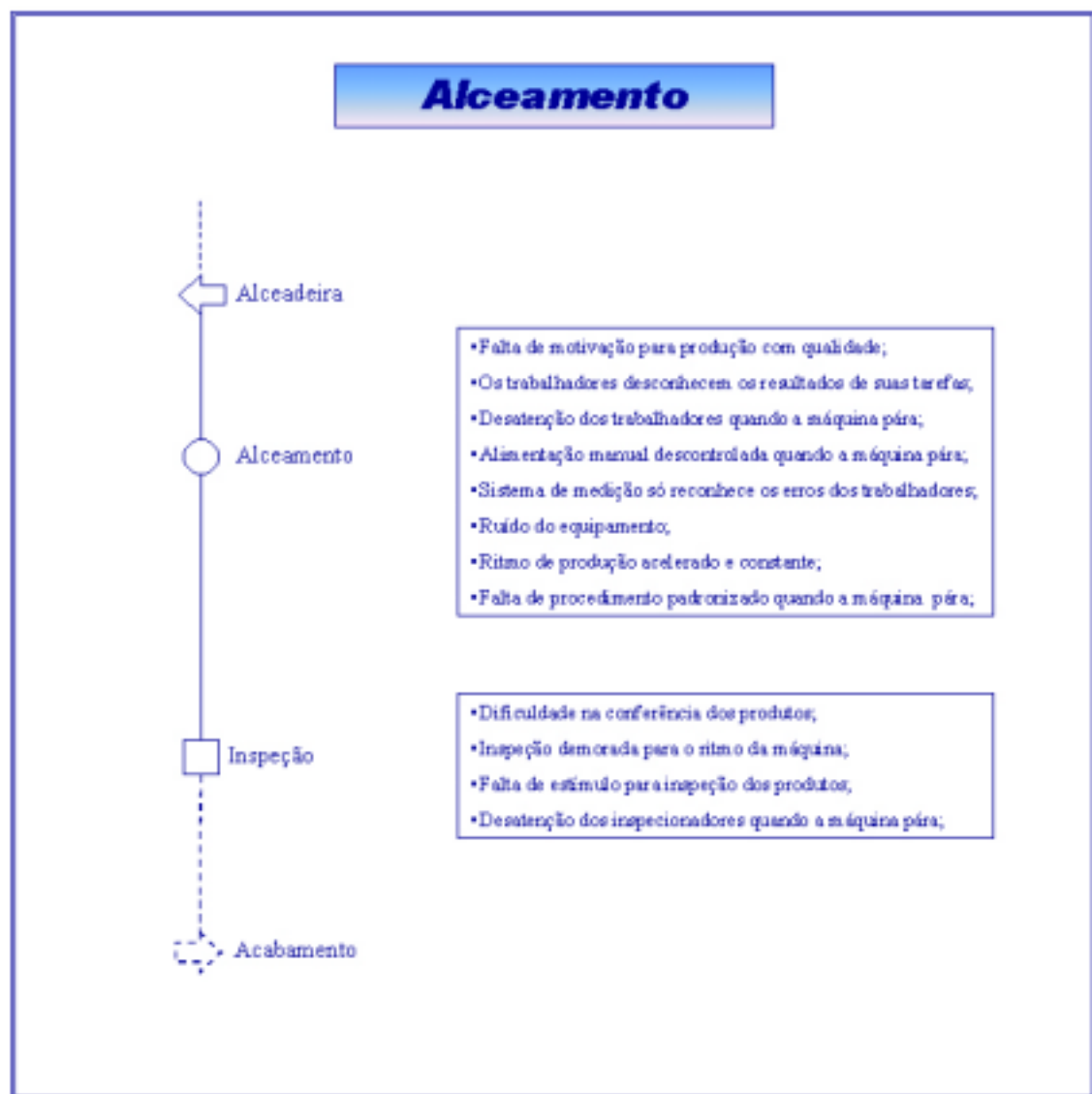


Figura 28 – Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Alceamento.

Elaborando a Matriz de Causa e Efeito para determinar a prioridade de importância das causas:

Peso		10	9	Total
Item		1	2	
CPQ's (Y's)		Conformidade dos produtos a respeito do número de páginas	Produtividade do processo	
Item	Causas (X's)			
1	Dificuldade na conferência dos produtos	8	8	152
2	Falta de motivação para produção com qualidade	5	4	86
3	Os trabalhadores desconhecem os resultados de suas tarefas	2	3	47
4	Desatenção dos operadores quando a máquina pára	10	8	172
5	Alimentação manual descontrolada quando o equipamento pára	10	9	181
6	Sistema de medição que só reconhece os erros dos trabalhadores	3	2	48
7	Inspeção demorada para o ritmo da máquina	8	9	161
8	Ruído do equipamento	3	3	57
9	Ritmo de produção acelerado e constante	7	8	142
10	Falta de procedimento padronizado quando a máquina pára	10	10	190
11	Falta de estímulo a inspeção dos produtos	5	4	86
12	Desatenção dos inspecionadores quando a máquina pára	9	9	171

Tabela 8 – Matriz de Causa e Efeito do processo de Alceamento. Elaborado pelo autor.

Agora, pode-se verificar a importância relativa de cada causa utilizando a pontuação obtida. Para uma melhor visualização, foi elaborado o seguinte Diagrama de Pareto para as causas dos problemas de alceamento:

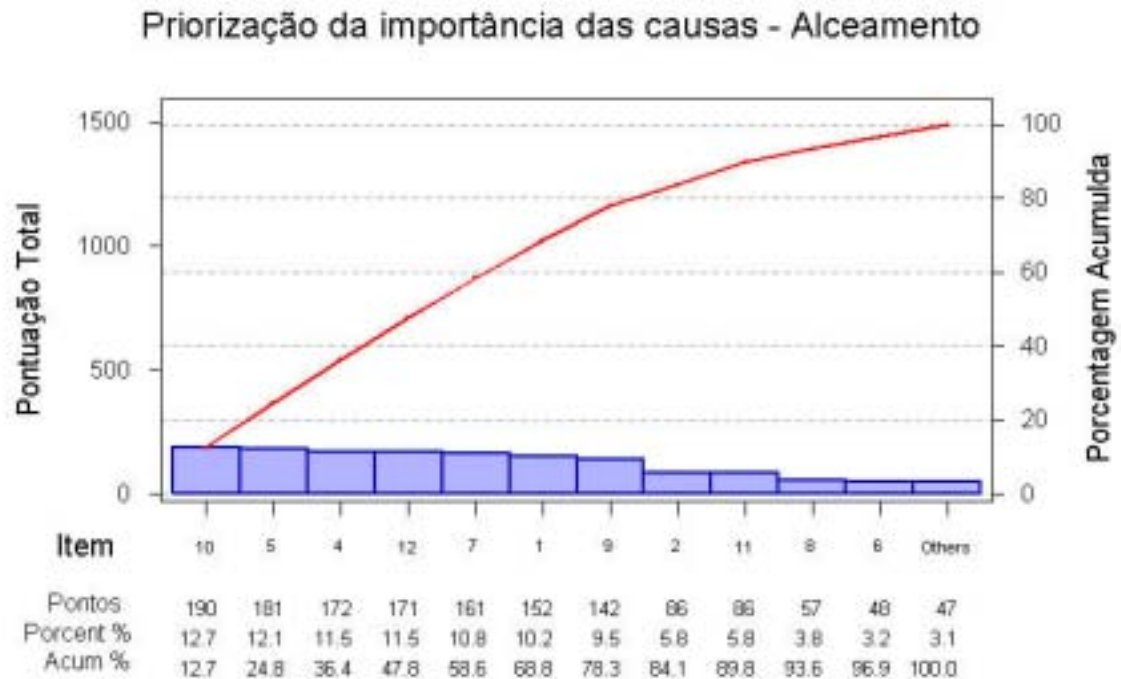


Figura 29 – Diagrama de Pareto da importância das causas dos problemas de Alceamento. Elaborado pelo Autor.

Através do gráfico de pareto podemos observar as seguintes causas potenciais:

- Falta de procedimento padronizado quando o equipamento pára;
- Alimentação manual descontrolada da célula quando o equipamento pára;
- Desatenção dos operadores quando o equipamento pára;
- Desatenção dos funcionários da inspeção dos produtos quando o equipamento pára;
- Inspeção demorada para o ritmo de produção da máquina;
- Dificuldade na conferência dos produtos;
- Ritmo de produção acelerado e constante;

Assim, é possível elaborar o FMEA do processo com causas potenciais determinadas:

Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos – Setor Produção (Alceamento)														
Função do Processo	Modo de Falha Potencial	Efeitor(s) Potencial(is) da Falha	S E V E R I D A D E	Causa(s) e mecanismo(s) Potencial(is)	O C O R R Ê N C I A	Controles atuais do Processo	D E T E C T A D	Ações Preventivas Recomendadas	Responsabilidade pela ação recomendada e prazo	Resultado das Ações				
										Ações Tomadas	Data Efetiva	O C O R R Ê N C I A	D E T E C T A D	
Alceamento (Montagem da sequência que formam os produtos)	Produtos com páginas faltando ou em excesso	Material fora da conformidade e insatisfação do cliente	10	1) Falta procedimento padronizado quando equipamento para	3	1) Inspeção de saída,	7	1, 2, 3 - Padronização de operações quando o equipamento para	Encarregado de produção e Engenheiro de Produção					
				2) Alimentação manual descontrolada da célula quando equipamento para										
				3) Desatenção dos operadores e inspetores quando máquina para		2) Parada e acionamento alarme quando um caderno apresenta problemas;	210	4, 5, 6 - Ajuste do ritmo de produção para os primeiros 20 produtos após a parada do equipamento para uma melhor inspeção deste lote devido a alimentação manual.	Encarregado de Produção e operador da alceadeira					
				4) Operação de inspeção demorada para o ritmo da máquina										
				5) Dificuldade na inspeção dos produtos										
				6) Ritmo de produção acelerado e constante										

Tabela 9 – FMEA do processo de Alceamento. Elaborado pelo autor.

Os problemas de capas e páginas em branco surgem com as falhas nos processos de impressão. Eles representam 26% das não conformidades do setor de produção. Considerando todos os fatores do processo, foi elaborado o diagrama de causa e efeito:

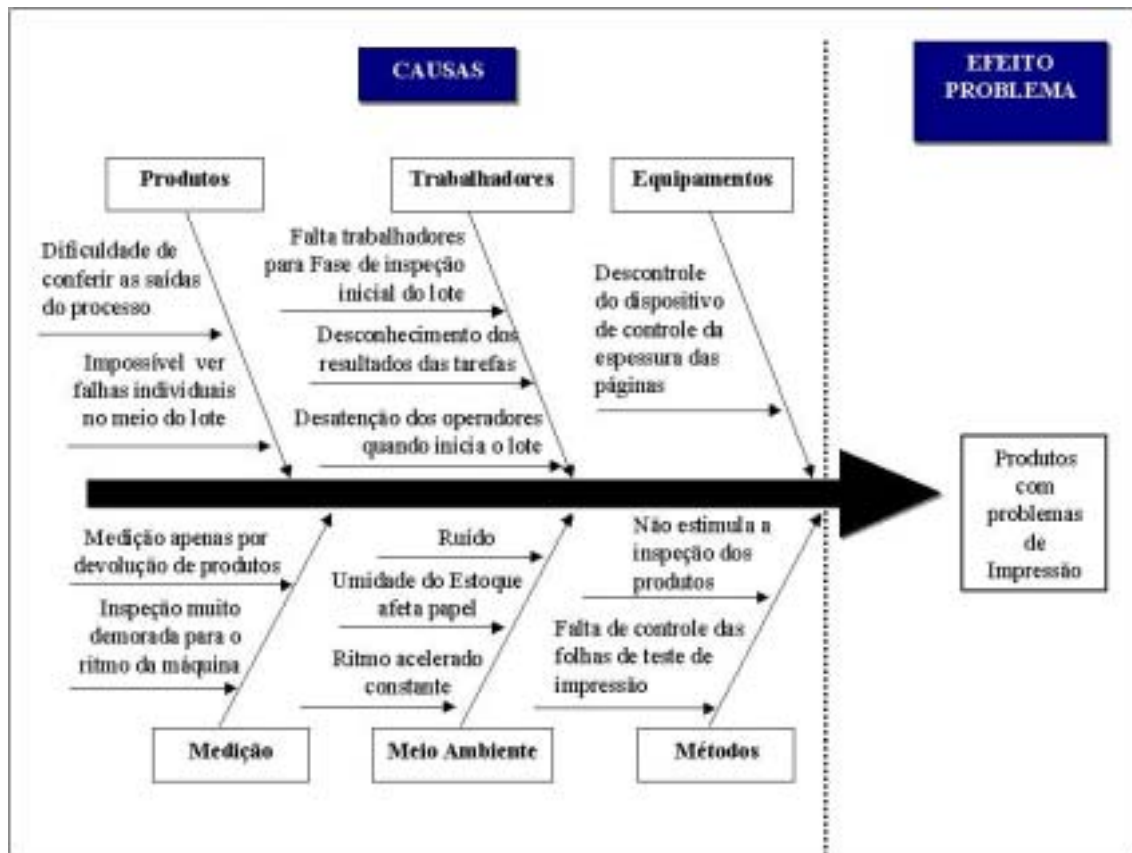
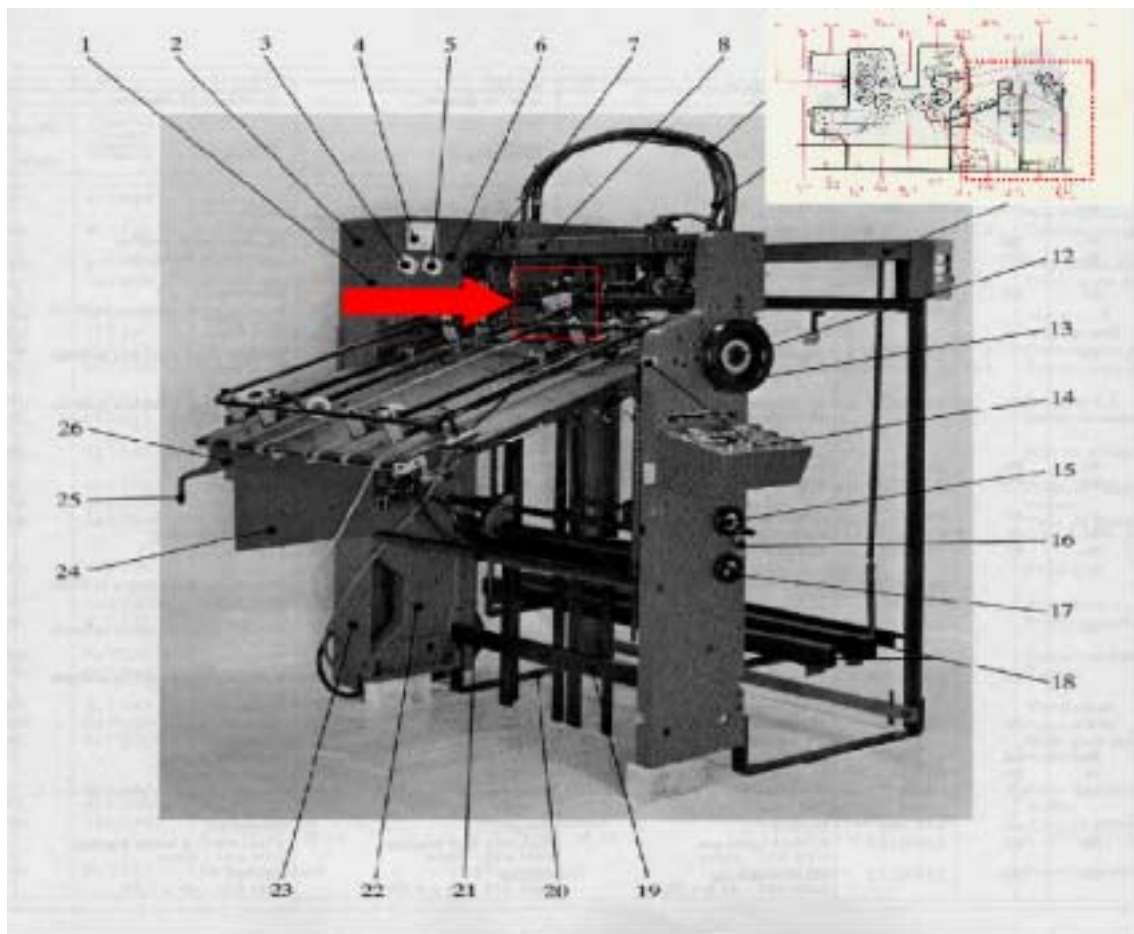


Figura 30 – Diagrama de Causa e Efeito do processo de Impressão. Elaborado pelo autor.

Analisando o processo, primeiro foi observado que existe um problema no dispositivo de controle da alimentação de papel das impressoras. Este mecanismo controla a passagem de folhas conforme a espessura delas. Ele deve ser ajustado de maneira que o equipamento interrompa a produção quando duas folhas passam juntas por este controle.

Quando este dispositivo não está regulado, a impressora acaba passando duas folhas juntas e a máquina acaba imprimindo apenas a folha de cima. A alta velocidade do equipamento (12.000 impressões/hora) torna o problema imperceptível e a folha de baixo, que está sem impressão, acaba passando junto no lote. Além da falta de regulagem do dispositivo da espessura das folhas, a umidade do papel também induz a esse fenômeno.



*Figura 31 – Dispositivo de controle da alimentação das folhas em destaque.*

*Ilustração obtida no manual do equipamento utilizado na Gráfica.*

Outro problema ocorre no início dos lotes, quando os operadores utilizam folhas de teste, chamado de “malas”, para verificar a qualidade de impressão. Existe um uso descontrolado das “malas”, pois elas são iguais às folhas normais de impressão e a máquina funciona em um ritmo muito alto e, caso parar o equipamento, ocorre uma grande perda de produtividade. Desapercebidas, as folhas testes acabam se misturando no lote e prosseguem para os processos seguintes, e muitas vezes estas folhas possuem o verso em branco ou impressão de teste de outro lote.

Entrevistas revelam também que os operadores das máquinas para material preto e branco necessitam de um funcionário auxiliar pelo menos no início do lote de produção, pois o ajuste e inspeção, simultaneamente, das impressões são tarefas impossíveis para apenas um operador.

Na definição das principais causas dos problemas de impressão, será novamente utilizada a Matriz de Causa e Efeito. Primeiramente, deve-se colocar todas as possíveis causas determinadas no Diagrama de Causa e Efeito no fluxograma de processo:



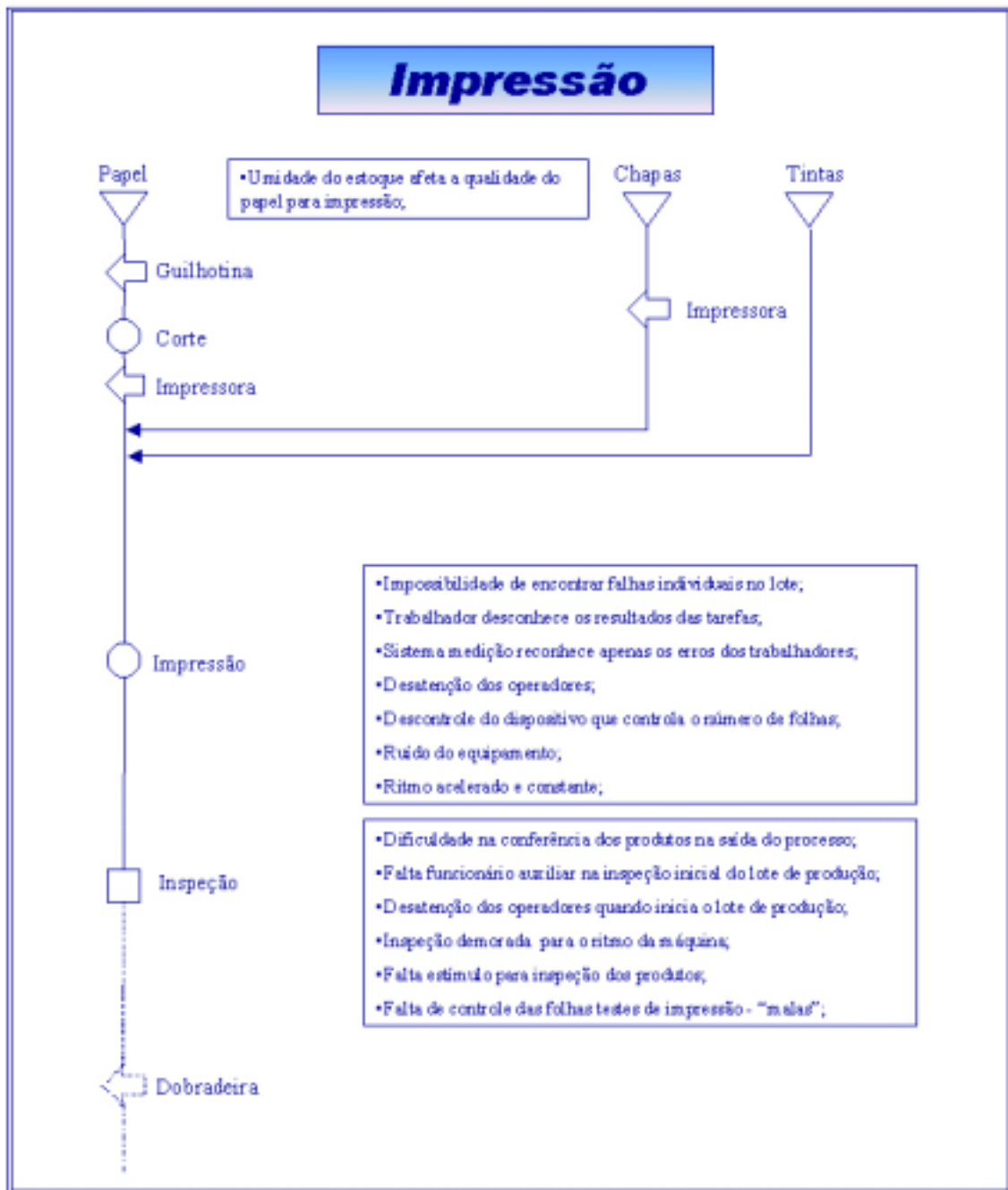


Figura 32 – Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Impressão.

Elaborado pelo autor.

Elaborando a matriz de causa e efeito, são obtidas as seguintes pontuações:

Peso		10	9	Total
Item		1	2	
CPQ's (Y's)		Conformidade na impressão dos produtos	Produtividade do processo	
Item	Causas (X's)			
1	Dificuldade de conferência dos produtos na saída do processo	7	8	142
2	Impossibilidade de ver falhas individuais no meio do lote	6	6	114
3	Falta auxiliar na inspeção inicial do lote de produção (impressora P&B)	9	9	171
4	Desconhecimento dos resultados das tarefas	2	3	47
5	Desatenção dos operadores quando inicia o lote de produção	10	8	172
6	Descontrole do dispositivo que controla o número de folhas na alimentação	10	10	190
7	Inspeção demorada para o ritmo da máquina	7	7	133
8	Ruído do equipamento	3	3	57
9	Medição apenas reconhece os erros dos trabalhadores	3	2	48
10	Umidade do Estoque afeta o papel para impressão	9	10	180
11	Ritmo acelerado e constante	7	8	142
12	Falta de estímulo a inspeção dos produtos	5	4	86
13	Falta de controle das folhas testes de impressão - "malas"	10	9	181

Tabela 10 – Matriz de Causa e Efeito do processo de impressão. Elaborado pelo autor.

Através da pontuação das causas, elabora-se o diagrama de pareto para verificar a prioridade das causas do problema de impressão:

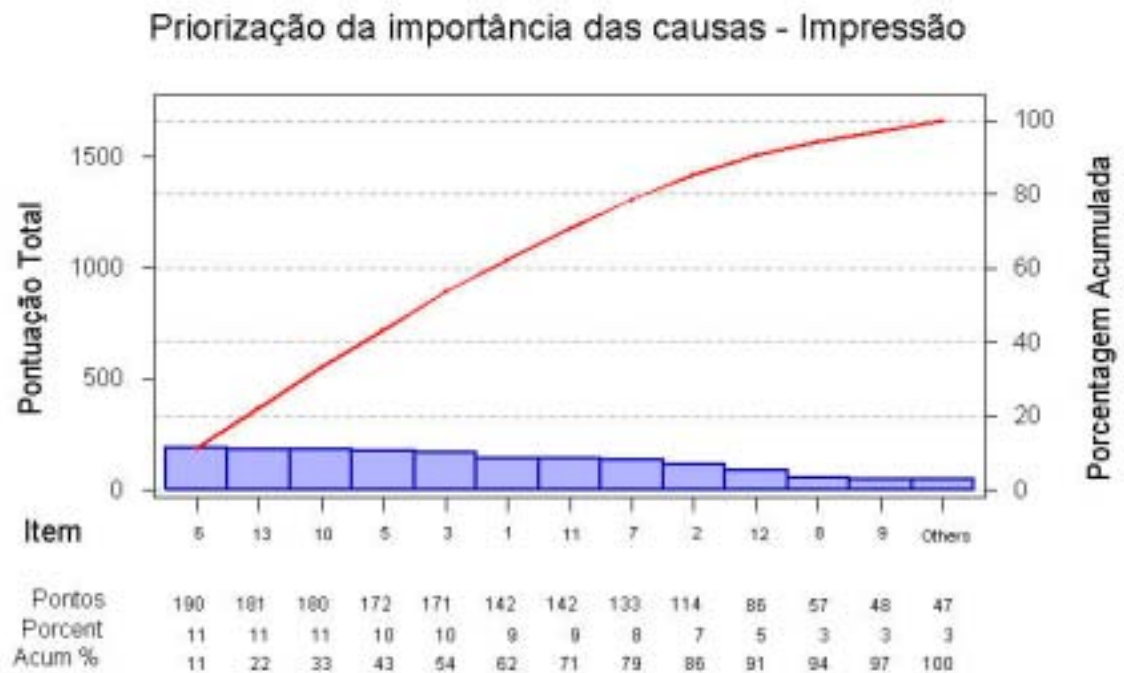


Figura 33 – Diagrama de Pareto da importância das causas dos problemas de Impressão. Elaborado pelo Autor.

Através do gráfico de pareto acima, pode-se observar as seguintes causas principais:

- Descontrole do dispositivo de controle da alimentação de folhas na impressora;
- Falta de controle das folhas testes de impressão;
- Qualidade do papel afetada pela umidade do estoque de matéria prima;
- Desatenção dos operadores no início do lote de produção;
- Falta de um funcionário auxiliar nas impressoras PB;

Assim, o FMEA apresenta-se da seguinte forma para o processo de impressão:

Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos – Setor Produção																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Função do Processo	Modo de Falha Potencial	Efeitos Potenciais da Falha	S E V E R I D A D E	Causas e mecanismos Potenciais	O C O R R E N C I A	Controles atuais do Processo	D E T E C T A O	R I S C O	Ações Preventivas Recomendadas	Responsabilidade pela ação recomendada e prazo	Resultado das Ações																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
											Ações Tomadas	S E V E R I D A D E	O C O R R E N C I A	D E T E C T A O	R I S C O																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
																Data Efetiva	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Impressão	Folhas ou capas sem impressão	Produto fora da conformidade	10	1) Desregulagem do dispositivo de controle de alimentação de folhas da impressora	2	Inspeção do operador das impressoras	9	180	1) Manutenção do dispositivo de controle do número de folhas  2) Diferenciação das folhas usadas como "malas"  3) Melhoria das condições do estoque de papel e reforma do telhado do galpão.  4) Padronização do uso das "malas" e inspeção mais cuidadosa no início do lote  5) Alocação de um funcionário de suporte aos operadores das impressoras (P&B)	1) Encarregado de manutenção da gráfica  2) Encarregado de produção e Operadores de impressão  3) Encarregado de manutenção da empresa  4) Encarregado de produção e engenheiro de produção  5) Encarregado de produção																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

O processo de acabamento é o responsável pelos produtos em não conformidade com folhas soltas, trocadas, invertidas, etc. Estas somam 17% das não conformidades do setor de produção. Através de entrevistas com funcionários e estudo do processo de acabamento, foi possível elaborar o Diagrama de Causa e Efeito dos problemas de Acabamento de produtos:

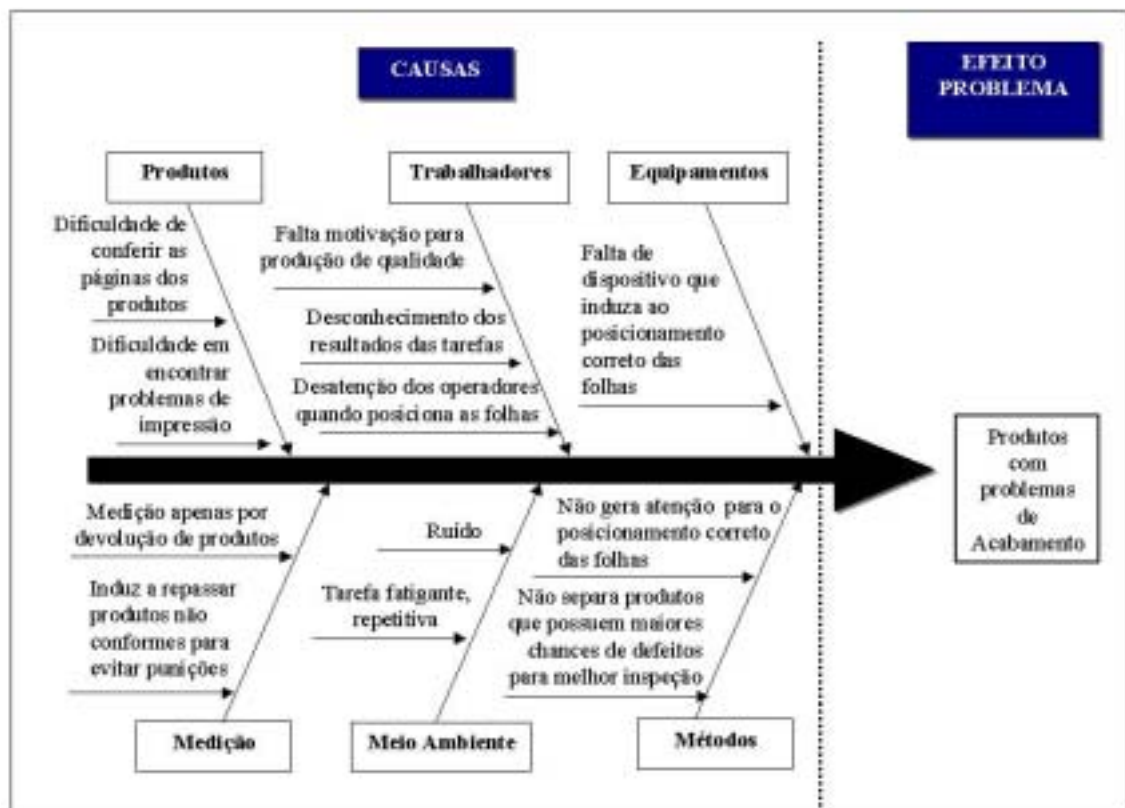


Figura 34 – Diagrama de Causa e Efeito dos problemas de Acabamento.

Elaborado pelo Autor.

Os processos de acabamento do material (corte trilateral, perfuração, encadernação) são tarefas simples, no entanto, ocorrem falhas neste processo. As operações são elementares e repetitivas, o que induz a desconcentração dos operadores e não existe um dispositivo de provas de falhas que ajude a evitar os produtos fora de

---

conformidade. Entrevistando o setor, todos os funcionários do processo de acabamento são desmotivados e não têm informação dos resultados de sua produção. Todos estes fatores diminuem o senso de responsabilidade dos trabalhadores. O problema surge na tarefa de perfuração dos cadernos, onde a sequência ou posição correta das folhas/capas é alterada.

Na definição das principais causas dos problemas de acabamento, será novamente utilizada a Matriz de Causa e Efeito. Primeiramente, deve-se colocar todas as possíveis causas determinadas no Diagrama de Causa e Efeito no fluxograma de processo de acabamento:

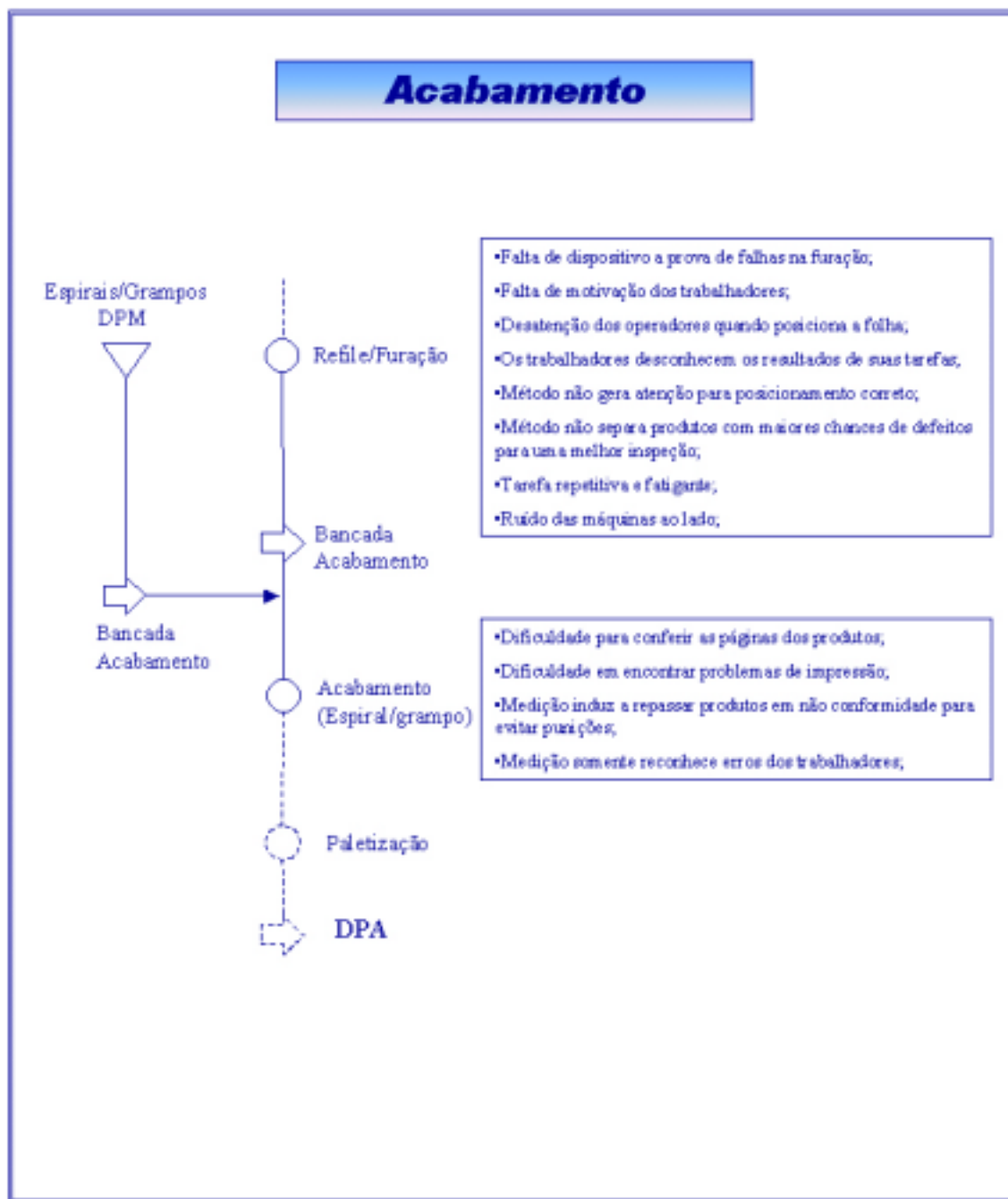


Figura 35 – Fluxograma com as prováveis causas dos problemas de Acabamento.

Elaborado pelo autor.

Realizando a priorização das causas dos problemas de acabamento:

Peso		10	8	Total
Item		1	2	
CPQ's (Y's)		Conformidade do Acabamento dos produtos	Produtividade do Processo	
Item	Causas (X's)			
1	Falta de um dispositivo a prova de falhas	10	10	180
2	Falta de motivação dos trabalhadores	5	4	82
3	Desatenção dos operadores quando posiciona as folhas no furador	10	9	172
4	O trabalhador desconhece os resultados de suas tarefas	2	3	44
5	Dificuldade de conferir as páginas dos produtos	5	6	98
6	Dificuldade de encontrar problemas de impressão e alceamento	6	6	108
7	Método não gera atenção para o posicionamento correto das folhas	9	9	162
8	Método não separa produtos com chances de defeito para melhor inspeção	8	8	144
9	Ruído das outras máquinas ao lado	2	2	36
10	Tarefa repetitiva e fatigante	6	6	108
11	Medição reconhece apenas erros dos trabalhadores	3	2	46
12	Medição induz a repassar produtos não conformes para evitar punições	5	5	90

Tabela 12 – Matriz de Causa e Efeito do processo de Acabamento. Elaborado pelo autor.

Através das pontuações obtidas por cada causa da matriz de causa e efeito, foi elaborado o Diagrama de Pareto para a priorização:



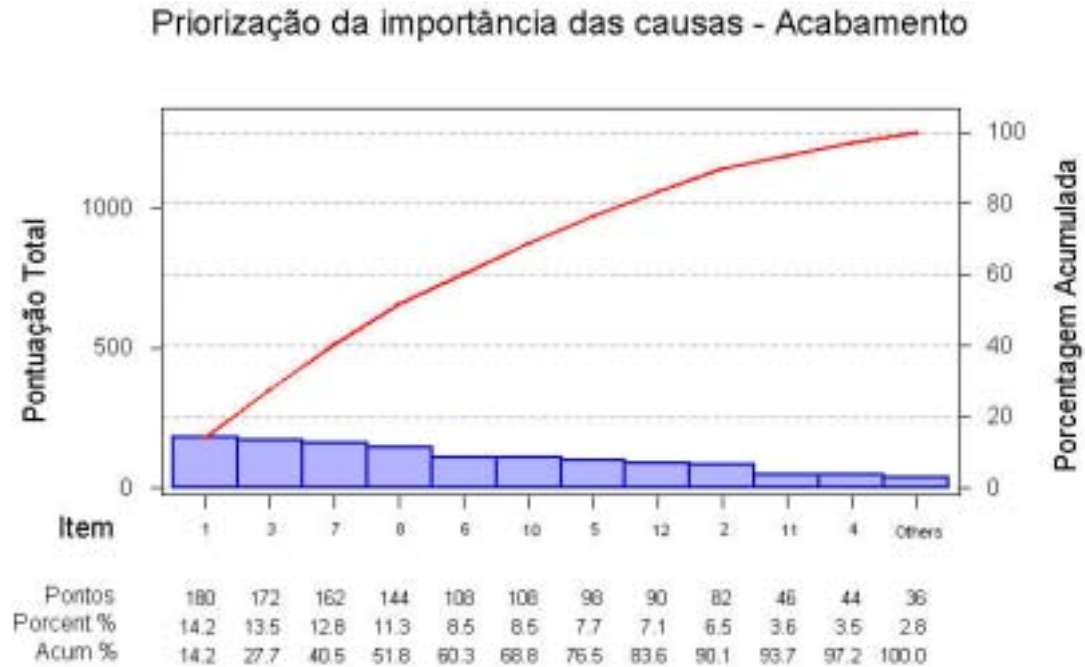


Figura 36 – Diagrama de Pareto da importância das causas dos problemas de Acabamento. Elaborado pelo Autor.

Através do gráfico de pareto podemos observar as seguintes causas principais:

- Falta de dispositivo a prova de falhas no processo de furação;
- Desatenção dos operadores quando posiciona as folhas no furador;
- Método não gera atenção dos operadores;
- Método não separa produtos com maiores chances de defeitos, como produtos que caem no chão, mistura de produtos, etc;

A partir das causas mais importantes, o FMEA do processo de acabamento se apresenta da seguinte maneira:

Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos – Setor Produção														
Função do Processo	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is) da Falha	S E V E R I D A D E	Causa(s) e mecanismo(s) Potencial(is)	O C O R R Ê N C I A	Controles atuais do Processo	D E T E C T A B I L I D A D E	Ações Preventivas Recomendadas	Responsabilidade pela ação recomendada e prazo	Resultado das Ações				
										Ações Tomadas	O C E N T P R	S C E O T P R	V R C	.
Acabamento	Produtos com folhas/capas invertidas, trocadas, etc.	Produto fora da conformidade	10	1) Falta de um dispositivo a prova de falhas no furador	2	Não existe	8	160	1 - Encarregado de manutenção e de produção  2 e 3) Treinamento do trabalho e uso do dispositivo a prova de falhas.  4) Célula de contenção de produtos suspeitos para inspeção cuidadosa no final do lote.	1 - Encarregado de produção e encarregado de produção	.	.	.	
				2) Desalinhção dos operadores no posicionamento das folhas no furador										
				3) Método de trabalho não chama atenção dos trabalhadores										
				4) Método não separa produtos com maiores chances de defeitos (derrubados, misturados, etc.)										

Tabela 13 – FMEA do processo de Acabamento. Elaborado pelo autor.

### 3.2.4 PLANO DE AÇÃO PARA A MELHORIA DOS PROCESSOS

A ferramenta FMEA, através do número de prioridade de risco (NPR), faz uma priorização das ações de melhorias necessárias dos processos de maior impacto para a organização. Os itens com NPR mais altos devem ter prioridade de ação, sendo isto feito para orientar os esforços da empresa para questões mais relevantes. Assim, estabelece-se a seguinte ordem de prioridade baseada no FMEA da fase de análise das causas:

Processo	NPR
Expedição	800
Alceamento	210
Impressão	180
Acabamento	160

*Tabela 14 – Prioridade das ações recomendadas.*

#### 3.2.4.1 MELHORANDO O PROCESSO DE EXPEDIÇÃO

**1) Controle dos códigos dos produtos:** o código dos produtos é o único identificador confiável nos processos de expedição devido à semelhança entre produtos distintos. Existem produtos com codificação errada que trazem grandes problemas para a organização. Assim, torna-se necessário um melhor acompanhamento da criação dos códigos dos produtos para evitar a geração indiscriminada dos mesmos. A criação dos códigos e a editoração dos produtos devem ser monitoradas rigorosamente. Caso a expedição e os responsáveis pelo estoque encontrarem materiais com códigos errados ou trocados, devem imediatamente avisar o responsável pela codificação e identificar o palete indicando a codificação e descrição correta dos produtos para evitar trocas na coleta de pedidos e expedição incorreta de produtos.

Estas ações serão iniciadas em Novembro de 2003 antes do inventário do segundo semestre sob a responsabilidade do Engenheiro de Produção e do auxiliar de compras da empresa. Será necessária a cooperação dos funcionários da expedição e do estoque.

**2) Informatização do Setor de Expedição:** este setor não possui nenhuma automatização de seus processos e a expedição de produtos ocupa muito tempo para coleta e inspeção dos pedidos. A única ferramenta de trabalho é a pré-nota que lista os produtos requisitados nos pedidos. Os produtos possuem códigos numéricos na segunda página dos exemplares e a empresa possui uma grande variedade de produtos com uma quantidade relativamente alta para cada produto. Isto torna os processos de expedição demorados e ineficientes. Existem produtos distintos muito semelhantes devido à atualização anual o que traz confusão na mente dos trabalhadores. Logo, chega o momento de automatizar esses processos através de consultas e inspeção informatizadas de produtos e dos pedidos por leitura de códigos de barras para oferecer suporte aos funcionários.

Atualmente, a informação é o “bem” mais precioso das empresas, sendo a base de um gerenciamento eficiente e eficaz, que mantém o negócio e traz condições para o crescimento sustentável, fazendo frente à concorrência do mercado. A automação comercial deve ser encarada como um importante investimento pelo empreendedor que pretende, por meio de um controle efetivo de suas operações, aperfeiçoar sua gestão buscando eficiência e produtividade (EAN, 2003).

No caso da expedição de produtos da gráfica, a leitura dos códigos de barra para a inspeção automática dos pedidos e consultas durante a expedição de produtos trará maior confiabilidade e agilidade para o setor. Além disso, a informatização do setor trará ganhos com relação à fidelidade do volume dos estoques registrados no sistema de informação e reduzirá o tempo dos inventários semestrais. Estes benefícios são obtidos graças a um melhor controle das saídas dos produtos da empresa oferecido pela automatização dos processos.

Esta ferramenta pode ser implantada por uma empresa terceirizada que possui um contrato fixo com a organização para qualquer implantação no sistema de informação que controla as vendas, os pedidos, os clientes e os estoques. Assim, o desenvolvimento de novas tecnologias no sistema de informação não implica em investimentos adicionais para empresa. Outra vantagem é que o consultor desta empresa possui experiência na tecnologia de identificação dos produtos por códigos de barras.

O autor também consultou a empresa EAN do Brasil a respeito do uso de código de barras para os produtos da empresa. Devido ao fato da Gráfica e Editora Anglo não fornecer os produtos para o varejo, não é necessário utilizar a codificação universal da EAN na empresa. A EAN recomendou a gráfica utilizar a própria codificação dos produtos nos códigos de barras, já que o objetivo é o controle interno dos processos à organização. Segundo o artigo “Como automatizar sua loja” publicado pela EAN, um projeto de automatização de uma empresa possui as seguintes etapas: planejamento, preparação e implantação.

O planejamento estratégico procura definir a situação atual e o objetivo a ser atingido pelo projeto. Atualmente, a Gráfica e Editora Anglo possui um setor de expedição de produtos com uma quantidade razoável de produtos expedidos incorretamente. O objetivo é diminuir esses erros de expedição e evitar custos adicionais acarretados por estas não conformidades.

A preparação do projeto envolve o desenvolvimento de tecnologias de informação para automatizar a inspeção dos pedidos e oferecer suporte de informações para a coleta dos produtos. A preparação do projeto será feita numa série de etapas:

1. É preciso requisitar para a empresa terceirizada o desenvolvimento de um software gerador de código de barras para identificar todos os novos produtos de 2004. Com este software, deve-se imediatamente gerar as figuras com os códigos em barras em arquivo eletrônico e enviar para a editora antes da criação dos fotolitos da capa posterior do produto;
2. A empresa terceirizada deve criar consultas eletrônicas no sistema de informação para o acesso dos funcionários para a coleta de pedidos. Esta função deve ser automática com a exposição do produto no leitor de código de barras do terminal de consulta que será colocado no estoque;
3. Deve ser desenvolvida a inspeção eletrônica dos pedidos através de um ramo no sistema de informação que permite a inspeção do pedido separado. Esta ferramenta deve ser totalmente automatizada pela identificação do pedido no sistema, leitura de código de barras dos produtos, inspeção se o exemplar separado é o correto e a quantidade coletada é exata ao pedido. Após a inspeção eletrônica, o sistema verificará a conformidade do pedido e liberará a remessa caso a remessa não apresentar irregularidades. Uma outra vantagem será a atualização automática das quantidades dos produtos nos estoques através da saída física dada pela leitura dos códigos de barras dos produtos expedidos, trazendo maior confiabilidade dos dados de estoques.

Assim que o desenvolvimento desta tecnologia de informação estiver concluído, a etapa de implantação do projeto inicia-se com as ações relacionadas a infraestrutura de tecnologia de informação. Nesta etapa, é importante considerar o risco do projeto através do estudo dos custos e dos benefícios trazidos pelo projeto. A informatização do setor necessita dos seguintes investimentos:

<b><u>Investimento de Infraestrutura de TI</u></b>	
3 Computadores usados	R\$ 2.700,00
3 Leitores fixos	R\$ 4.350,00
2 Leitores móveis	R\$ 400,00
Conexão com a rede (190m)	R\$ 114,00
1 Impressora Laser	R\$ 1.500,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 9.064,00</b>
*Cotação dos computadores com hardware melhorado.	
** Vida útil dos equipamentos de 5 anos.	

*Tabela 15 – Investimentos necessários para a Infraestrutura de Tecnologia de Informação no Setor de Expedição de Produtos.*

Esta é a ação que entra na restrição econômica da empresa, portanto uma análise de viabilidade financeira será necessária para aprovação da gerência. Esta ação de melhoria recomendada trará redução dos prejuízos trazidos pelos erros de expedição e diminui os gastos de inventários feitos semestralmente:

<b><u>Benefícios da Informatização do setor de Expedição (ao ano)</u></b>	
Redução dos Prejuízos dos erros de Expedição	R\$ 4.036,60
Redução do custo de inventários	R\$ 1.805,12
<b>Total</b>	<b>R\$ 5.841,73</b>

*Tabela 16 – Benefícios da informatização do setor de Expedição.*

Fazendo a análise de viabilidade econômica do investimento (ROTONDARO, 2002), temos o seguinte fluxo de caixa e valor atual líquido:

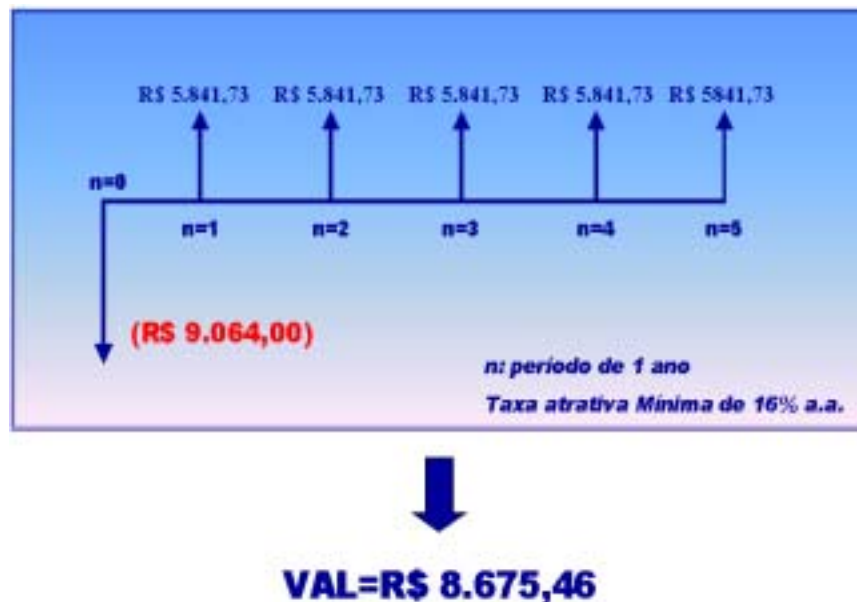


Figura 37 – Análise de viabilidade econômica do investimento no setor de Expedição.

Elaborado pelo autor.

Portanto, devido ao VAL ser positivo, o investimento no setor é viável economicamente, com o retorno do investimento em aproximadamente 2 anos. Outro risco a ser considerado no projeto é a resistência dos trabalhadores do setor de expedição de produtos. Assim, é importante a conscientização de todos os indivíduos envolvidos da necessidade da gráfica de implantar a informatização do setor para melhorar desempenho da empresa.

O início do projeto será em Novembro de 2003, tendo um prazo de 1 ano de implantação devido o processo de aplicação do código de barras nos produtos. Estes, geralmente, possuem um ciclo de vida de um ano.



### **3.2.4.2 MELHORIAS NO PROCESSO DE ALCEAMENTO**

As ações recomendadas do processo de alceamento estão baseadas na padronização dos procedimentos de operação quando o equipamento pára devido a problemas nas células de alimentação dos cadernos.

É importante fazer com que o operador coloque o caderno faltante sistematicamente no momento da parada do equipamento. Além disso, a inspeção dos 20 produtos montados após o acionamento da máquina deve ser mais cuidadosa. A redução do ritmo da esteira de montagem no início da produção possibilitará a descoberta de produtos com páginas faltantes com maior precisão.

Apesar de ter prioridade menor que as ações recomendadas para o setor de expedição, todas estas ações serão iniciadas em Dezembro de 2003 devido à simplicidade das recomendações e a possibilidade da realização das ações em paralelo.

### **3.2.4.3 AÇÕES DE MELHORIA NO PROCESSO DE IMPRESSÃO**

O projeto iniciou-se com a manutenção do dispositivo de controle da entrada do número de folhas da impressão. O encarregado de manutenção da empresa verificou a necessidade dos operadores e realizou o conserto do dispositivo em Outubro de 2003.

A melhoria das condições de estoque de papel iniciou com a retirada do ventilador embutido na alvenaria do galpão. Este equipamento estava no estoque de matéria-prima porque o setor de expedição trabalhava neste local antes da alteração do arranjo físico dos setores na gráfica. Outra ação recomendada é manter o portão de acesso ao galpão fechado quando não for necessário para evitar a entrada de chuva e ventos úmidos do ambiente externo.

O uso descontrolado das folhas para teste de impressão (malas) pode ser melhorado através da diferenciação das folhas utilizadas como teste de impressão. O uso simples de um pincel atômico para colorir a lateral do bloco de folhas poderá evidenciar as folhas indevidas no meio do lote tanto no processo de impressão como nos processos seguintes. Por fim, a alocação de um funcionário auxiliar para as duas impressoras que possuem apenas um operador no momento de ajuste do equipamento poderá reduzir os defeitos relacionados com a impressão em preto e branco.

Apesar de ter prioridade menor que as ações recomendadas para o setor de expedição, todas estas ações serão iniciadas em Dezembro de 2003 devido à simplicidade das recomendações.

#### **3.2.4.4 MELHORANDO O PROCESSO DE ACABAMENTO DOS PRODUTOS**

Analisando o FMEA deste processo, verifica-se que as ações recomendadas envolvem pouco capital a ser investido, o que dispensa uma análise de viabilidade econômica. A primeira ação a ser tomada é a criação de um dispositivo a prova de falhas. Este consiste em um painel ilustrativo do posicionamento correto do produto a ser encadernado na bancada do equipamento. Consiste na instalação de uma placa de vidro na bancada do furador dos cadernos e na disposição de páginas exemplificando o posicionamento correto das folhas. Este dispositivo poderá reduzir os erros de furação e evitar produtos com folhas e capas com posição invertidas, pois o atual processo não possui nenhuma ferramenta do gênero e as tarefas são repetitivas o que induz a erros no acabamento dos produtos.

A segunda proposta é a criação de uma célula de contenção de produtos com maiores chances de erros para uma posterior inspeção individual. Atualmente, produtos que foram derrubados, por exemplo, são colocados direto no lote devido à pressão do ritmo do trabalho. O início destas ações será em Janeiro de 2004 devido à simplicidade das ações recomendadas.

### 3.2.5 CONTROLANDO O PROCESSO

Na fase de controle serão utilizados o controle estatístico de processo e a série temporal da quantidade de defeitos para manter o processo aprimorado com um desempenho adequado e previsível. O objetivo desta fase é manter as melhorias obtidas na fase anterior, buscando detectar mudanças no comportamento do processo o mais rápido possível para uma resposta de ação.

O único processo que possui dados de saídas do processo para aplicação do CEP é a expedição de produtos. Será utilizado o gráfico de controle para atributos da fração defeituosa ( $p$ ) para monitorar o processo. Esta ferramenta utiliza os seguintes conceitos (RAMOS, 2002):

a) Fração defeituosa ( $p$ ): 
$$p = \frac{d}{n};$$

Onde:

$d$ =defeituosos na amostra;

$n$ = tamanho da amostra;

b) A distribuição de probabilidade da fração defeituosa é a binomial. Entretanto, se os tamanhos das amostras devem atender as restrições:  $\{ n * \bar{p} > 5 \text{ e } n * (1 - \bar{p}) > 5 \}$  para poder utilizar a distribuição normal e utilizar os limites de controles e linha média citados a seguir. Onde:

$$\bar{p} = \frac{\sum d_i}{\sum n_i};$$

**Limite Superior de Controle (LSC<sub>p</sub>):** 
$$LSC_p = \bar{p} + 3 * \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}};$$

**Linha Média (LM):** 
$$LM = \bar{p};$$

**Limite Inferior de Controle (LIC<sub>p</sub>):** 
$$LIC_p = \bar{p} - 3 * \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}};$$

A partir dos dados da saída de produtos e do número de produtos defeituosos do processo de expedição, foi elaborado o seguinte gráfico de controle:

Gráfico de Controle da fração defeituosa (p)

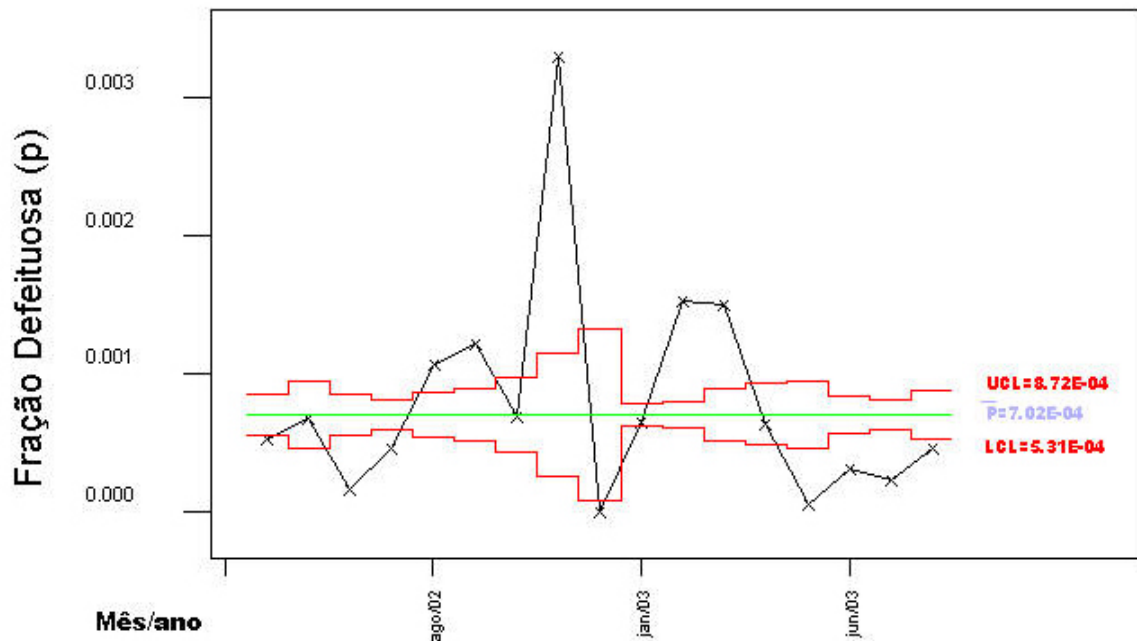


Figura 38 – Gráfico de Controle (p) do processo de Expedição de produtos.

Elaborado pelo autor.

Analisando o gráfico, casos especiais são comuns no processo durante o decorrer do tempo. O processo se encontra descontrolado no período analisado (Abril/2002 até Agosto/2003). Este comportamento se explica na grande variação de demanda de produtos da empresa. No segundo e terceiro mês iniciais de cada semestre, as vendas aumentam abruptamente e a fração defeituosa extrapola os limites de controle do processo. Esta sobrecarga de demanda induz a erros de expedição e diminui a eficiência da conferência dos pedidos, o que explica os pontos fora do limite superior de controle.

Nos demais meses, a demanda cai significativamente permitindo o setor de expedição controlar melhor a inspeção dos pedidos. A única exceção é o mês de Novembro de 2002 porque a demanda é baixa neste período, no entanto a fração defeituosa é maior do que os meses de pico de demanda. Fazendo uma análise neste período, descobriu-se que houve uma grande quantidade enviada de produtos trocados. Este fato se deve a semelhança dos produtos e a falta de uma ferramenta para consultar informações sobre os produtos. Outro problema identificado foi um produto requisitado em grande quantidade em Novembro de 2002 que não possuía código impresso, o que induziu a troca de produtos. O gráfico de controle continuará sendo feito para observar a resposta do processo com as ações de melhorias propostas como a auditoria dos códigos dos produtos, automatização do setor de expedição que poderão melhorar o desempenho do processo, colocando-o sob controle.

Com relação aos processos do setor de produção, não foi possível elaborar um controle estatístico de processo devido à falta de dados de saídas de produtos e quantidade de defeituosos de cada processo. Assim, será utilizada uma série temporal ilustrando o número de produtos em não conformidade a cada mês para monitorar o desempenho dos processos do setor de produção.

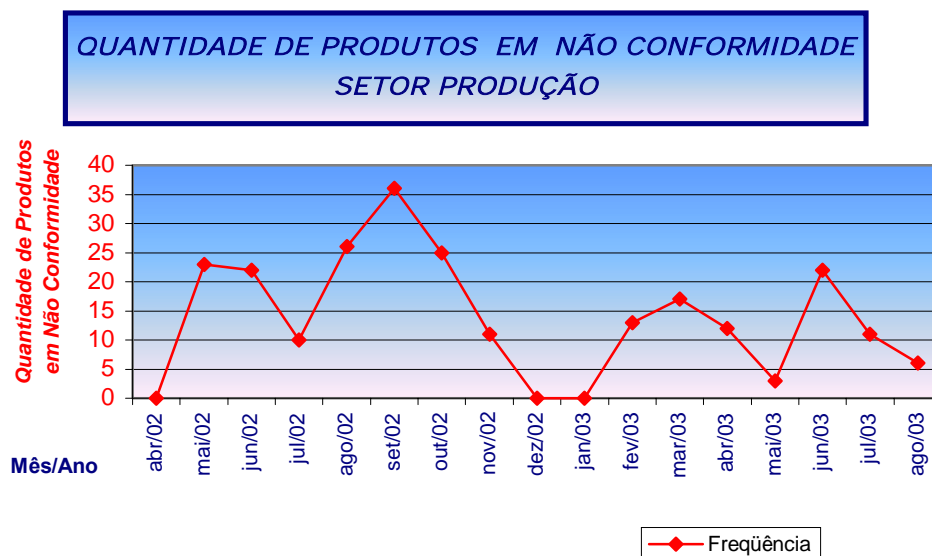


Figura 39 – Série Temporal dos defeitos do Setor de Produção. Elaborado pelo autor.

---

Após o término do plano de ação, além do gráfico de controle do processo de expedição de produtos e da série temporal dos defeitos do setor de produção, deve-se realizar o novo cálculo da capacidade do processo (pontuação Sigma) e do NPR de todos os FMEAs para verificar os resultados das ações realizadas.

---

### 3.3 OS BENEFÍCIOS ESPERADOS NO PROJETO

Este projeto promete reduzir um prejuízo anual de R\$ 6.838,06 gerados por produtos em não conformidade e erros de expedição da Gráfica e Editora Anglo. Outra economia financeira anual será a redução dos custos de inventários de R\$ 1.805,12. Além dos ganhos financeiros prometidos pelo projeto, as propostas de melhorias feitas possuem muitos benefícios intangíveis que também são valorizados pela gerência da gráfica. As propostas de melhoria trazem os seguintes benefícios intangíveis:

- Satisfação dos clientes em receber os produtos certos e na quantidade exata dentro dos padrões de conformidade;
- Maior velocidade de resposta da organização perante os problemas;
- Fortalecimento da marca da empresa no mercado;
- Visualização do desempenho da empresa;

Analisando a informatização do setor de expedição separadamente, a ação de melhoria traz os seguintes benefícios (EAN, 2003):

#### **1) Operacionais:**

- Racionalização de tarefas (menos tarefas manuais);
- Eliminação de tarefas que não agregam valor ao consumidor;
- Captação, processamento e uso de informações confiáveis;
- Melhor comunicação com os clientes, exibição clara e correta dos produtos adquiridos;
- Segurança e agilidade na compra e troca de produtos;
- Redução de erros devido à captação automática de dados dos produtos;
- Fidelização dos clientes pela melhoria e individualização do atendimento;

**2) Gerenciais:**

- Segurança e rapidez no inventário de mercadorias e no controle físico e financeiro dos estoques;
- Maior controle interno dos produtos (furtos, perdas, etc.);
- Informações mais rápidas e precisas;
- Redução dos custos, aumento da segurança e agilidade da contabilização;
- Redução do volume de papéis e burocracia interna da empresa;

**3) Qualidade:**

- Melhora, agiliza e diferencia o atendimento;
- Melhora e moderniza os serviços;
- Elimina erros humanos no atendimento;

**4) Produtividade:**

- Aumento da eficiência nos processos;
- Redução dos custos;
- Minimiza as margens de erros;

Todos os benefícios trazidos, quantitativos e qualitativos, pelas propostas deste trabalho se encaixam perfeitamente com as estratégias de negócio da empresa. O projeto proposto traz condições para um crescimento sustentável da gráfica que abastece o Sistema Anglo de Ensino, permitindo a organização *Curso Anglo Vestibulares* fazer frente à concorrência no setor do ensino privado do Brasil.



### 3.3 O PAPEL DA GERÊNCIA NO PROJETO

Qualquer projeto em uma empresa é importante a participação da gerência no planejamento, implantação e manutenção de um projeto. Este projeto nasceu da oportunidade cedida ao autor pela gerência da gráfica. Estes reconhecem a necessidade da empresa melhorar a qualidade dos produtos e serviços prestados para fazer frente a forte concorrência que estabelece em qualquer setor econômico, inclusive o setor de ensino privado brasileiro.

Desde do início, a gerência sempre apoiou este trabalho. Foi oferecida autonomia suficiente para o autor buscar dados necessários nos arquivos da empresa, entrevistar os trabalhadores e acompanhar os processos no chão de fábrica para o desenvolvimento deste estudo.

A única exigência da gerência é a garantia de um retorno das propostas de melhoria. Assim, qualquer proposta terá o apoio total da gerência da empresa se forem comprovados os benefícios trazidos pelas ações recomendadas.



Parte I – Introdução

Parte II – Revisão da literatura

Parte III – Aplicação do Modelo

Parte IV – Discussão e Conclusão

## **PARTE IV – DISCUSSÃO E CONCLUSÃO**

### **4.1 DISCUSSÃO**

Este trabalho se deparou com uma empresa que nunca adotou uma política da qualidade eficaz, assim, a coleta e o tratamento de dados não foi uma tarefa simples. A planilha eletrônica de reclamações não é padronizada e a manipulação dos dados se torna difícil. Assim, foi elaborado um sistema de informação para facilitar o cadastro de reclamações e o tratamento dos dados (Anexo C). Trata-se de uma ferramenta experimental para uma possível implantação do cadastramento das reclamações dos clientes no atual sistema de informação de desenvolvimento terceirizado da empresa.

Com relação às mudanças no setor de expedição, a informatização do setor para automatizar a inspeção dos pedidos aumentará significativamente a eficiência e a eficácia das operações. No entanto, um intenso treinamento será necessário porque os funcionários não possuem conhecimento de informática e estão acostumados com o sistema de pré-nota de pedidos e a inspeção manual do chefe do setor. Este fato será considerado no projeto de informatização do setor que minimizará atividades de digitações utilizando apenas leituras de códigos de barras e orientará os trabalhadores com avisos na tela do computador. Trata-se de mensagens sobre problemas encontrados no pedido e qual o procedimento deve ser seguido em cada situação. O importante é lembrar que a proposta de informatização do setor deve oferecer suporte para as atividades e não trazer complicações no dia a dia dos trabalhadores da expedição de produtos.

A implantação dos códigos de barras nos produtos é a ação mais demorada do projeto porque apenas os novos produtos virão com o código de barras. Assim, esta ação levará pelo menos um ano para ser concluída para viabilizar a consulta de produtos e

---

inspeção eletrônica dos pedidos. Por isso, as ações paralelas devem ser organizadas para reduzir o tempo total do projeto.

Apesar da priorização das causas dos produtos em não conformidade deste trabalho não considerar importante o problema de falta de motivação, descobriu-se que este problema está presente em todas as análises das causas. Isto evidencia que a atual organização do trabalho na empresa começa a apresentar desgastes e os trabalhadores tornam apáticos com relação à qualidade de sua produção.

Segundo (KONDO, 1994), durante a execução de um trabalho, é importante gerar nas pessoas uma firme disposição para trabalhar, isto é, motivá-las. Caso não houver essa firme disposição, o valioso conhecimento e a inteligência das pessoas podem ser desperdiçados. Qualquer que seja o trabalho que esteja sendo considerado, motivar as pessoas que estão envolvidas é uma das mais importantes políticas para atingir os objetivos de uma organização, sendo fundamental para superar quaisquer tipos de dificuldades. O ditado “uma empresa é feita por suas pessoas” expressa isso muito bem.

Os estudos da organização do trabalho e da motivação dos trabalhadores, devido à complexidade destes temas, merecem um projeto separado, ficando como proposta para um novo trabalho de formatura a ser feito na Gráfica e Editora Anglo.

---

## 4.2 CONCLUSÃO

Através deste trabalho, foi comprovado que é possível reduzir a quantidade dos produtos em não conformidade da Gráfica e Editora Anglo, utilizando um sistema estruturado para resolução do problema com a garantia de um retorno financeiro.

A metodologia DMAIC permitiu a determinação do desempenho atual da empresa e o diagnóstico das principais causas da não conformidade dos produtos, trazendo propostas de melhoria para controlar a variabilidade indesejada dos fatores mais importantes para a qualidade dos produtos da empresa. Além disso, a metodologia DMAIC do Seis Sigma trouxe um controle dos processos críticos para qualidade através da monitoria contínua das atividades e do desempenho da empresa, o que acaba aumentando o poder de resposta da organização perante os problemas.

Neste trabalho foi demonstrada a importância da tecnologia de informação para oferecer suporte aos trabalhadores do setor de expedição em tarefas que não agregam valor para os clientes. Esta ferramenta é realmente necessária devido a grande quantidade e variedade dos produtos. Isto torna a tarefa de coleta e inspeção de pedidos fatigante e difícil com apenas uma pré-nota que lista os produtos requisitados. A informatização deste setor, além de diminuir os erros de expedição, trará dados confiáveis de estoques na empresa devido ao controle das saídas dos produtos. Estes dados são informações importantes para o cálculo das tiragens dos produtos e redução dos inventários de estoques que são longos e custosos para empresa.

Durante o estudo dos processos da gráfica, o autor descobriu a grande importância de estar acompanhando os processos junto com os trabalhadores responsáveis. Foram entrevistas que contribuíram muito para o levantamento de todas as possíveis causas dos problemas e foi uma experiência muito enriquecedora para a experiência profissional do autor.

---

No entanto, é importante considerar a resistência dos funcionários com relação a mudanças nos procedimentos da empresa. Os prazos das ações recomendadas podem não ser cumpridos devido à inércia das pessoas quando surgem mudanças dentro da organização. Portanto, torna-se importante o papel da gerência e das chefias na coordenação dos trabalhadores na implantação das propostas deste estudo.

O investimento necessário para a gráfica melhorar seus processos foi analisado e a viabilidade financeira do projeto justifica o capital a ser investido. Além disso, muitos benefícios qualitativos, que são também importantes para organização, serão obtidos pelas propostas de melhorias deste estudo.

Portanto, este trabalho demonstrou para os gerentes da gráfica que é possível criar condições de um crescimento sustentável através do acompanhamento de uma política da qualidade que traz informações para um gerenciamento eficiente e eficaz. A metodologia DMAIC é dinâmica, ela sempre orienta os esforços para a melhoria dos processos, tornando a empresa mais capacitada para resolver problemas futuros.

---



## ANEXO B –

b.1) Tempos de operação e custos operacionais da Gráfica (considerando salário e benefícios sociais):

<b>Custo Mão-de-Obra dos Inventários</b>		
Funcionário A	R\$ 10,15	por hora
Funcionário B	R\$ 6,85	por hora
Funcionário C	R\$ 6,33	por hora
Funcionário D	R\$ 4,87	por hora
<b>Total</b>	<b>R\$ 28,21</b>	<b>por hora</b>
	<b>R\$ 225,64</b>	<b>por dia</b>

*Tabela 17 – Custos de Mão-de-obra dos inventários.*

<b>Expedição</b>	
Custos Operacionais:	
Coleta	R\$ 4,87 por hora
Inspeção	R\$ 8,62 por hora
Tempos de Coleta de Produtos*:	
tempo fixo	2,27 Min.
tempo variável por unidade	0,20 Min./apostila
Tempos de Inspeção de Pedidos*:	
tempo fixo	2,00 Min.
tempo variável por unidade	0,25 Min./apostila

*Tabela 18 – Custos de Mão-de-obra e tempos de processos de expedição.*

\* Baseados na média das medições das operações.



b.2) Resumo dos cálculos dos gastos com produtos em não conformidade e erros de Expedição:

<b>Custo Anual dos produtos em não conformidade e erros de expedição</b>	
1)Expedição a menos do requisitado	R\$ 429,57
2)Expedição a mais do requisitado	R\$ 831,31
3)Expedição material trocado	R\$ 2.775,73
<b>4)Prejuízo Anual da Expedição de Produtos</b>	<b>R\$ 4.036,60</b>
<b>5)Prejuízo Anual Produtos em Não Conformidade</b>	<b>R\$ 2.801,45</b>
<b>Total</b>	<b>R\$ 6.838,06</b>

*Tabela 19 – Custos adicionais das não conformidades e erros de expedição.*

### **Fórmulas:**

1) Custo Expedição a menos = Custo Refazer pedido + Custo Adicional Transporte<sup>1</sup>

2) Custo Expedição a mais = Custo de Devolução ao estoque + Custo Adicional Transporte<sup>1</sup> + Custo de Perda de Produtos<sup>2</sup>

3) Custo Expedição Material trocado = Custo de Devolução ao Estoque + Custo de Refazer pedido + Custo Adicional de transporte<sup>1</sup> + Custo de Perda de Produtos<sup>2</sup>

5) Prejuízo com Produtos em não conformidade = Custo de Produção do produto + Custo de Refazer o pedido expedido com defeito + Custo Adicional de Transporte<sup>1</sup>

---

1- Custo adicional quando o pedido excede limite do malote de 20kg;

2- Material devolvido fora das condições de qualidade para voltar ao estoque;

## ANEXO C – Ilustração do Banco de Dados para Registro de Reclamação de Clientes:



Figura 41 – Menu de opções do Banco de Dados para Reclamações de Clientes.

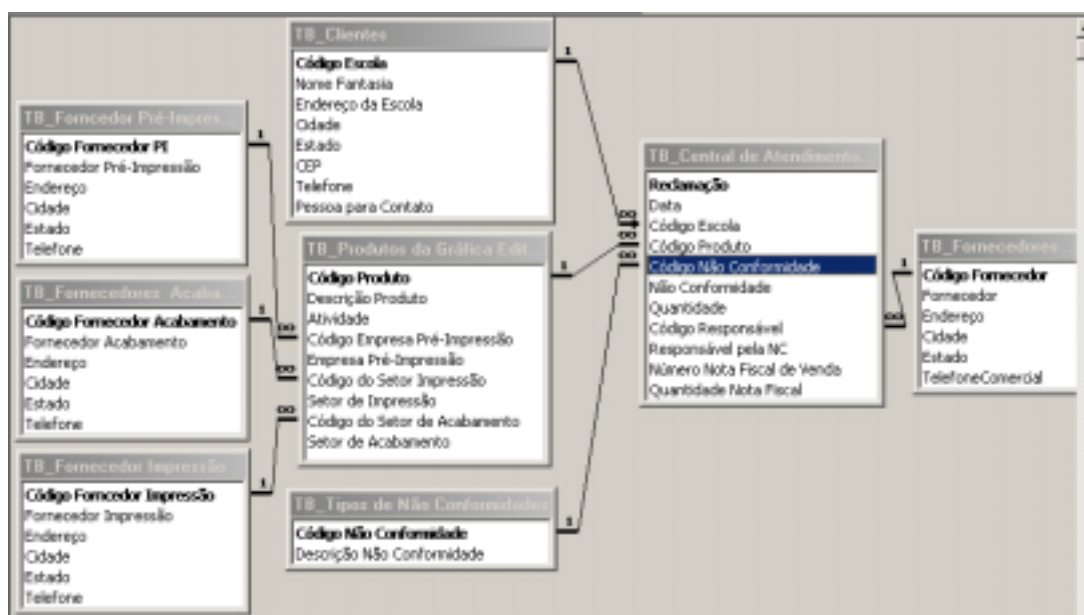


Figura 42 – Relacionamentos das Tabelas do Banco de Dados proposto.

**Consulta de Clientes**

Código Escola: 1012

Nome Fantasia: ALPHAVILLE

Endereço da Escola: R. CALC. DOS ANTARES 62

Cidade: SANTANA DO PARNAIBA

Estado: SP CEP: 06515-065

Telefone: (0XX11)5643-6112

Pessoa para Contato:

Busca

Informações Produtos

Cadastrar Reclamação

**anglo**  
SISTEMA DE ENSINO

Figura 43 – Tela de consulta de dados dos clientes.

**Consulta de Produtos**

Código Produto: 39101012

Descrição Produto: LIVRO MAT 1M2

Empresa Pré-Impressão: HOMART

Setor de Impressão: Ave Maria

Setor de Acabamento: Ave Maria

Atividade: ☒

Buscar

Registrar reclamação de Cliente

**anglo**  
SISTEMA DE ENSINO

Figura 44 – Tela de consulta de dados dos produtos.

**Central de Reclamações de Clientes**

Reclamação: 25      Data: 5/6/2003

Informações do Produto: Código Produto: 80101022      Código Escola: 1014      Informações Escola

Código Não Conformidade: 6      Não Conformidade: 16-Produto com capa invertida

Quantidade: 2      Código Responsável: 6      Responsável pela NC: 18-ANGLO-PRÉ IMPRESSÃO

Número da Nota Fiscal: 15222      Quantidade do Material na Nota Fiscal: 50

Adicionar registro      Excluir registro

**anglo**  
SISTEMA DE ENSINO

Figura 45 – Sistema padronizado de registro das reclamações dos clientes.

**Consulta de Clientes**

Código Escola: 1012      Busca

Nome Fantasia: ALPHAVILLE

Endereço da Escola: R. CALC. DOS ANTARES 62      Informações Produtos

Cidade: SANTANA DO PARNAIBA

Estado: SP      CEP

Telefone: (11)5643-6111

Pessoa para Contato

Localizar e substituir

Localizar      Substituir

Localizar:      Localizar próximo

Cancelar

Egerhar: Formulário\_Clientes\_Anglo

Condição: Campo inteiro      Mais >>

Figura 46 – Ferramenta de busca de Dados.

---

**BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO COMERCIAL – EAN DO BRASIL. São Paulo. Apresenta publicações e cursos sobre automação de operações. Disponível em: <<http://www.ean.org.br>> . Acesso em: 06 de Setembro de 2003.

BRAZ, M. A. **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo, Editora Atlas, 2002, p.157-163.

CARVALHO, M. M. **Apostila da Disciplina PRO-2712: Controle da Qualidade**. Curso Ministrado na Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2º Semestre 2002.

KONDO, Y. **Motivação Humana – Um fator-chave para o Gerenciamento**; tradução - Dario Ikuo Miyake; revisão técnica - Afonso Carlos Correa Fleury. São Paulo, Editora Gente, 1994.

MIYAKE, D. I. **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo, Editora Atlas, 2002. p. 264-292.

PANDE, P.S.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH R.R. ***The Six Sigma Way***. Estados Unidos, McGraw-Hill, 2002.

RAMOS, A. W. **Apostila da Disciplina PRO-2712: Controle da Qualidade**. Curso Ministrado na Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2º Semestre 2002.

---

---

RAMOS, A. W. **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo, Editora Atlas, 2002, p.294-357.

RAMOS, A. W. **Apostila de aula: Seis Sigma – FACV**. São Paulo, 2003.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo, Editora Atlas, 2002. p.17-79.

SETEC CONSULTORIA. **FMEA – Análise dos modos de falhas e seus efeitos**. São Paulo, 2002.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo, Editora Atlas, 1999.

---