

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Daniel Morya de Almeida Caruso

**Proposta de implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma em  
empresas de pequeno porte: Um estudo de caso em uma prestadora de serviço de  
usinagem sob encomenda**

Santa Bárbara D'Oeste

2011

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Proposta de implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma em  
empresas de pequeno porte: Um estudo de caso em uma prestadora de serviço de  
usinagem sob encomenda**

**Daniel Morya de Almeida Caruso**

Orientador: Dr. André Luis Helleno

Área de concentração:

Qualidade e Processo de Fabricação

Dissertação de mestrado apresentada à  
comissão de Pós Graduação da Faculdade de  
Engenharia de Produção, como requisito para  
obtenção da qualificação para o título de Mestre  
em Engenharia de Produção.

Santa Bárbara D'Oeste, 2011

SP - Brasil

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**

**Proposta de implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma em  
empresas de pequeno porte: Um estudo de caso em uma prestadora de serviço de  
usinagem sob encomenda**

**DANIEL MORYA DE ALMEIDA CARUSO**

Dissertação de mestrado, defendida no dia 14 de março de 2011, pela banca  
examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Gilmar Ferreira Batalha

USP

Prof. Dr. Iris Bento da Silva

UNIMEP

Prof. Dr. André Luis Helleno

UNIMEP

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a minha vó Dr. Fanny Quaglio, a minha irmã Andrea D'More Caruso, e a toda minha família por sempre me incentivar e dar suporte nos momentos de grande conflito, pois sem tal apoio este trabalho não teria sido possível.

## **Agradecimentos**

Acima de tudo agradeço a DEUS e a todos aqueles que em seu nome contribuíram para a conclusão desta dissertação.

Em especial a minha vó Dr. Fanny Quaglio, a minha irmã Andrea D'More Caruso, e a toda minha família, o meu muitíssimo obrigado por ser meu suporte nos momentos difíceis e minha inspiração nos momentos de criação.

Agradeço aos prof. Dr. Iris Bento da Silva e prof. Dr. Orlando Roque pelas críticas positivas e sugestões de melhoria realizadas na qualificação deste trabalho.

Expresso aqui o agradecimento de ter o professor Dr. André Luiz Helleno como orientador e a gratidão pela formação resultante deste processo, pelo amadurecimento que obtive nessa jornada.

Agradeço a CAPES pelo suporte na forma de uma bolsa de estudos, ao programa de pós-graduação do Departamento de Engenharia de Produção.

Obrigado a empresa de estudo, que apoiou e viabilizou a realização deste trabalho.

Muitíssimo obrigado aos meus grandes amigos e a todos aqueles que não estão aqui citados, que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho, por sua amizade que representou um fator de grande equilíbrio e força para superar as dificuldades associadas ao trabalho de produção desta dissertação.

**Frase reflexiva (pessoal)**

"Nos campos da observação, o acaso favorece apenas as mentes preparadas".

Louis Pasteur

## **Resumo**

Com o avanço da competitividade na era global, as empresas buscam pelo aumento da produtividade e qualidade de seus produtos através de tecnologia de otimização de processos, como o Programa de Qualidade Seis Sigma, em que há um rigoroso e disciplinado método, para se alcançar a meta da melhoria. Este trabalho explora novos aspectos do Programa de Qualidade Seis Sigma com abordagens e voltadas para melhoria do processo produtivo de uma pequena empresa de serviços de usinagem não seriados, demonstrando que este tipo de empresa pode ter acesso a essa tecnologia de melhoria de processo, que hoje ajudam as grandes empresas a terem uma manufatura de classe mundial. O trabalho ainda apresenta uma caracterização do Programa de Qualidade Seis Sigma, através de um modelo adaptado, em que as abordagens estatísticas e estratégicas, são examinadas com a preocupação de se encontrar as dificuldades e fatores de sucesso assumido pelo Programa, para que possa auxiliar na implementação em uma pequena indústria de serviços sob encomenda. Esses aspectos importantes são organizados e demonstrados passo a passo como utilizar o Programa e suas ferramentas estatísticas e estratégicas pela organização, verificando o quanto pode ser enfatizado. Como metodologia, primeiramente há um levantamento bibliográfico da teoria do Programa de Qualidade Seis Sigma, fornecendo uma estrutura de proposições sobre como está relacionado com um melhor desempenho no processo produtivo de uma empresa, seguido pelo estudo de caso, que tem como objetivo reduzir o atraso de entrega através de uma proposta adaptada à realidade da pequena empresa, e fornecer uma sistematização de implantação, trazendo como resultado, uma redução no atraso de entrega (80%), redução do desvio padrão (65%) e obtenção de novas ferramentas de visualização, de controle e de gestão, além de melhorias, cultural e estratégica.

**Palavras-chave:** Seis Sigma; Qualidade; otimização, processo de fabricação, usinagem, pequena empresa, serviço sob encomenda.

## **Abstract**

With the improvement of competitiveness in the global time, companies seek to increase productivity and quality of its products through optimization technology processes such as Six Sigma Quality Program, in which there is a rigorous and disciplined method to achieve goal of improvement. This paper explores new aspects of Six Sigma Quality Program and approaches aimed at improving the production process of a small services company machining non-serial, demonstrating that this type of business can have access to this technology for process improvement, today help enterprises to have a world class manufacturing. The work also presents a characterization of the Six Sigma Quality Program, through an adapted model in which the statistical approaches and strategies are examined with care to meet the difficulties and success factors made the program so that you can help implementation in a small industry of custom services. These important aspects are organized and shown step by step how to use the Program and its strategic and statistical tools for organizing, checking how much can be emphasized. The methodology is primarily a bibliography of theory Six Sigma Quality Program, providing a framework of propositions about how it is related to better performance in the production process of a company, followed by case study, which aims to reduce the backlog of deliveries through a proposal with the reality of small business, and provide a systematic deployment, with the result, a reduction in late delivery (80%), reducing the standard deviation (65%) and acquisition of tools news to visualize, control and management, and improvements, cultural and strategic.

**Keywords:** Six Sigma, Quality, optimization, manufacturing process, machining, small business, custom service.



## Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Justificativa	3
1.2	Contribuição	3
1.3	Objetivo Geral	4
1.3.1	Objetivos Específicos	4
1.3.2	Objetivos Secundários	5
1.4	Objeto de Estudo	5
1.5	Estrutura do trabalho	5
<b>2</b>	<b>Revisão bibliográfica</b>	<b>8</b>
2.1	Programa de Qualidade Seis Sigma X <i>Total Quality Management</i>	9
2.2	Entendendo o que é o Programa de Qualidade Seis Sigma	12
2.2.1	Sigma	13
2.2.2	Capabilidade do processo - Cp e Cpk	14
2.3	Princípios e Definições do Programa de Qualidade Seis Sigma	16
2.4	Princípios estratégicos ou de ferramenta estatística	19
2.4.1	Programa estatístico para melhoria da qualidade	21
2.4.2	Programa estratégico	22
2.5	Benefícios do Programa de Qualidade Seis Sigma	23
2.6	Implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma	28
2.6.1	Estrutura da equipe do Programa de Qualidade Seis Sigma	30
2.6.2	O papel do treinamento do Programa de Qualidade Seis Sigma	34
2.6.3	O papel da meta no Programa de Qualidade Seis Sigma	35
2.7	Diversidade de Aplicação do Programa de qualidade Seis Sigma	36
2.8	Fatores de sucesso na implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma	40

<b>2.9</b>	<b>Fatores de dificuldade na implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma</b>	<b>42</b>
<b>2.10</b>	<b>Ferramentas do Programa de Qualidade Seis Sigma</b>	<b>45</b>
2.10.1	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	47
2.10.2	Folha de controle	48
2.10.3	Diagrama de Ishikawa	49
2.10.4	Gráfico de Pareto	50
2.10.5	Gráfico de controle	51
2.10.6	CEP (Controle Estatístico do Processo)	53
2.10.7	DMAIC	54
<b>3</b>	<b>Metodologia de Pesquisa</b>	<b>58</b>
3.1	Metodologia utilizada	59
3.2	Descrição dos métodos	60
<b>4</b>	<b>Estudo de caso</b>	<b>63</b>
<b>4.1</b>	<b>Apresentação da empresa</b>	<b>63</b>
4.1.1	Organograma da Empresa	64
4.1.2	Característica do setor produtivo	68
<b>4.2</b>	<b>Processo de Melhoria – Etapa Pré DMAIC</b>	<b>71</b>
4.2.1	Apresentação da proposta	71
4.2.2	Expansão do projeto para a fábrica	74
<b>4.3</b>	<b>Definir (D)</b>	<b>75</b>
4.3.1	Requisitos do cliente (R.C.)	77
4.3.2	Projeto do Programa de Qualidade Seis Sigma	79
4.3.3	Limitação do projeto (limitação da metodologia)	80
4.3.4	Formação do time de melhoria	81
4.3.5	Mapeamento do macro processo da empresa	82
<b>4.4</b>	<b>Medir (M)</b>	<b>85</b>
4.4.1	Plano de Aquisição de dados	86
4.4.2	Coletas de dados e verificação da existência do problema	87

4.4.3	Coletas de dados e análise de base para origem do problema	91
<b>4.5</b>	<b>Analisar (A)</b>	<b>102</b>
4.5.1	Análise dos dados coletados	103
4.5.2	Medindo a capacidade Sigma do processo atual	108
4.5.3	Definições das melhorias	111
<b>4.6</b>	<b>Melhorar (I)</b>	<b>112</b>
4.6.1	Plano de implementação	113
4.6.2	Melhorias implementadas	114
4.6.2.1	Melhoria de processo	116
4.6.2.2	Melhoria de cultura	117
4.6.2.3	Melhoria de treinamento	118
4.6.2.4	Melhoria de disciplina	119
4.6.2.5	Melhoria de investimento	120
4.6.2.6	Melhoria estratégica	120
4.6.2.7	Melhoria de reformulação nas normas	121
<b>4.7</b>	<b>Controlar (C)</b>	<b>122</b>
4.7.1	Controles qualitativos	123
4.7.2	Controles quantitativos	125
4.7.3	Verificando capacidade Sigma do processo após implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma	130
<b>5</b>	<b><i>Discussões dos resultados</i></b>	<b>134</b>
<b>5.1</b>	Características gerais de implantação	<b>134</b>
<b>5.2</b>	Dificuldades principais da implantação do Programa de Qualidade Seis Sigmas	<b>135</b>
<b>5.3</b>	Os benefícios principais da implantação do Programa de Qualidade Seis Sigmas	<b>137</b>
<b>5.4</b>	Modelo proposto de implantação	<b>138</b>
<b>5.5</b>	Considerações finais	<b>142</b>
<b>6</b>	<b><i>Conclusões</i></b>	<b>143</b>

<i>Perspectivas para trabalhos futuros</i> _____	<b>146</b>
<i>Referências Bibliográficas</i> _____	<b>148</b>
<i>Anexo A – Questionário de pesquisa para requisito do cliente</i> _____	<b>155</b>
<i>Anexo B – Diagrama de causa e efeito para atrasos</i> _____	<b>156</b>
<i>Anexo C – Diagrama de causa e efeito para RNC</i> _____	<b>157</b>
<i>Anexo D - Diagrama dos cinco por quês para causas principais do efeito atraso na entrega</i> _____	<b>158</b>
<i>Anexo E - Diagrama de execução das soluções das causas raiz para atraso na entrega</i> _____	<b>165</b>
<i>Anexo F – Cronograma de implantação das melhorias</i> _____	<b>172</b>
<i>Anexo G - Controle de entrega para pedidos de venda de cada cliente antes da melhoria</i> _____	<b>175</b>
<i>Anexo H - Controle de motivos para cada replanejamento de entrega antes da melhoria</i> _____	<b>178</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 – Estrutura do trabalho .....	6
Figura 2 – Taxa de defeitos por milhão em um processo seis sigma .....	24
Figura 3– Estrutura hierárquica dos “Faixas”. .....	31
Figura 4 – Estrutura esquemática de uma FMEA.....	48
Figura 5– Folha de controle: defeitos em um tanque aeroespacial .....	49
Figura 6 – Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito.....	50
Figura 7 – Gráfico de Pareto para defeito de máquina .....	51
Figura 8 – Exemplo de gráfico de controle .....	52
Figura 9– Base e pilares do CEP. ....	54
Figura 10 – Estrutura da metodologia .....	58
Figura 11 – Descrição dos métodos para obter dados no estudo de caso.....	61
Figura 12 – Plano para coleta e análise dos dados .....	62
Figura 13 – Bomba acoplada no redutor com motor .....	63
Figura 14– Centrifuga continua engatada no funil .....	64
Figura 15– Centrifuga automática .....	64
Figura 16–Organograma da empresa.....	65
Figura 17 – Características do setor produtivo.....	68
Figura 18 – Apresentação da proposta adaptada para pequena empresa.....	72
Figura 19 – Etapa Definir: Objetivos, passos, ferramentas. ....	76
Figura 20– Influência do meio ambiente no plano estratégico da empresa.....	77
Figura 21– Pesquisa de mercado para entender R.C.`s .....	78
Figura 22 – Limitações do projeto de melhoria.....	80
Figura 23 – Mapeamento do macro processo de produção na empresa de estudo.....	84

Figura 24 – Etapa Medir: objetivos, passos, ferramentas.....	85
Figura 25– Visão geral da empresa antes do Programa de Qualidade Seis Sigma .....	88
Figura 26 – Porcentagem de replanejamento por mês antes do PQSS.....	89
Figura 27– Quantidade de Replanejamento por pedido antes do PQSS.....	90
Figura 28– Motivos de atraso que geram Replanejamento .....	92
Figura 29 – Motivo de paradas de máquina .....	94
Figura 30 – Estratificação de RNC’s – Onde foi detectado o problema .....	95
Figura 31– Origem dos problemas no CU-A. ....	96
Figura 32– Origem dos problemas no Torno CNC-A .....	97
Figura 33– Origem dos problemas na Mandrilhadora “A” .....	97
Figura 34– Origem dos problemas na Inspeção final. ....	98
Figura 35– Estratificação de RNC’s por origem do problema no semestre 1 de 2010 ..	98
Figura 36 – Gráfico de tendência de origens mensal dos principais problemas de atraso.....	100
Figura 37 – Maiores causadores de RNC .....	101
Figura 38 – Controle na variação do processo atraso de entrega antes melhoria.....	101
Figura 39 – Etapa analisar: objetivos, passos e ferramentas .....	102
Figura 40 – Situação real de Itens Atrasados e Adiantados dos PV.....	104
Figura 41 – Origem dos motivos que geram replanejamento.....	105
Figura 42 – Origens das principais causas que geram RNC’s.....	106
Figura 43 – Principais causadores de RNC’s .....	107
Figura 44 – Etapa Melhorar: objetivos, passos e ferramentas.....	113
Figura 45 – Etapa Controlar: objetivos, passos e ferramentas. ....	122
Figura 46 – Adaptação das melhorias na etapa de controle .....	125
Figura 47 – Relação de Itens atrasados e adiantados após PQSS.....	126
Figura 48 – Porcentagem de replanejamento por mês após PQSS.....	127

Figura 49 – Comparação antes e depois do PQSS para quantidade mudança do pedido .....	128
Figura 50 – Comparação dos problemas antes e depois do PQSS .....	129
Figura 51 – variação do processo para atraso de entrega depois melhorias .....	131
Figura 52 - Proposta de implantação do PQSS .....	139
Figura 53 – Passo a passo do ciclo de melhoria DMAIC .....	141
Figura 54 – Cronograma de implantação das melhorias ..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Análise do Cp e Cpk.....	16
Tabela 2 – Conceitos chave do Programa de Qualidade Seis Sigma .....	17
Tabela 3 – Definições do Programa de Qualidade Seis Sigma .....	18
Tabela 4– Progrma de Qualidade Seis Sigma como estratégia e ferramenta estatístico	20
Tabela 5: Significado da Escala Sigma .....	25
Tabela 6– objetivos de se aplicar Programa de Qualidade Seis Sigma.....	26
Tabela 7– resultados das verdades ocultas do Programa de Qualidade Seis Sigma .....	27
Tabela 8 – Variações de papéis e títulos na hierarquia do Programa de Qualidade Seis Sigma.....	32
Tabela 9– Ganhos com Programa de Qualidade Seis Sigma em setores e segmentos diferentes.....	37
Tabela 10- Aplicações do Programa de Qualidade Seis Sigma na Indústria.....	38
Tabela 11 – Principais ferramentas utilizadas nas etapas de melhoria do PQSS .....	46
Tabela 12– Passos de cada fase DMAIC e suas principais ferramentas mais utilizadas	55
Tabela 13– Etapas e ponto chaves do processo de melhoria DMAIC.....	57
Tabela 14– Significado das abreviaturas do organograma da empresa.....	66
Tabela 15 – Passos da proposta para cada etapa do ciclo de melhoria DMAIC .....	73
Tabela 16– Mudança nos Requisitos do cliente segundo pós-crise de 2008.....	79
Tabela 17 – Calculo inicial do sigma do processo para dias de atraso.....	108
Tabela 18 - Determinação do valor do Cp para dias de atraso .....	109
Tabela 19 - Calculo inicial do sigma do processo para dias de atraso e na data .....	110
Tabela 20 - Determinação do valor do Cp para dias de atraso e na data.....	110
Tabela 21 – Comparação entre desvio: dias de atraso com dias de atraso e entregue na data .....	111
Tabela 22 – Classificação das melhorias implantadas e não implantadas.....	115
Tabela 23 – Indicadores PQSS antes e depois da implantação para pedidos atrasados	132



Tabela 24 - Indicadores PQSS antes e depois da implantação para pedidos entregues	132
Tabela 25 – Porcentagem de melhoria nos indicadores PQSS após implantação.....	133
Tabela 26 – Relação entre a meta proposta e meta alcançada.....	143
Tabela 27 – Melhorias implantadas com o ciclo DMAIC na etapa I .....	144

## Índice de Equações

(Eq.1) Cálculo do Sigma .....	14
(Eq.2) Cálculo para definir limites de tolerância.....	15
(Eq.3) Cálculo do Cp.....	15
(Eq.4) Cálculo di índice unilateral superior.....	15
(Eq.5) Cálculo di índice unilateral inferior.....	15
(Eq.6) Cálculo do Cpk .....	16

## Índice de Siglas

<b>CEP</b>	Controle Estatístico do Processo
<b>Cp</b>	Capabilidade do Processo
<b>Cpk</b>	Aceitabilidade do Processo
<b>CTQ</b>	Critérios para Qualidade
<b>DMAIC</b>	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
<b>DPMO</b>	Defeitos Por Milhão de Oportunidades
<b>FMEA</b>	<i>Failure Mode and Effect Analyse</i>
<b>IUI</b>	Índice Unilateral Inferior
<b>IUS</b>	Índice Unilateral Superior
<b>LT</b>	Limite de Tolerância
<b>LTI</b>	Limite de Tolerância Inferior
<b>LTS</b>	Limite de Tolerância Superior
<b>n</b>	número de amostras
<b>PDCA</b>	<i>Plan, Do, Control, Action</i>
<b>PMEs</b>	<i>Pequenas e Médias Empresas</i>
<b>PQSS</b>	Programa de Qualidade Seis Sigma
<b>PV</b>	Pedido de Venda
<b>QFD</b>	<i>Quality Function Deployment</i>
<b>RC</b>	Requisitos do Cliente
<b>TQM</b>	<i>Total Quality Management</i>
<b>VOC</b>	Voz do Cliente
<b><math>\sigma</math></b>	Desvio padrão de uma distribuição (variabilidade)
<b><math>X_i</math></b>	Amostra inicial
<b><math>\bar{X}</math></b>	Média das amostras

## **1 Introdução**

No mercado global e competitivo de hoje, organizações estão reformulando suas estratégias para sustentar suas vendas e lucros. Para muitas organizações bem-sucedidas, suas novas estratégias estão oferecendo produtos e serviços que o cliente reconhece como superiores em preços, prazo de entrega, desempenho e qualidade como diferenciais.

Em organizações de sucesso, há métodos padronizados e ferramentas de melhoria da qualidade do produto e de processo, utilizadas para melhorar suas saídas e explorar oportunidades que resultarão em ganhos financeiros tangíveis. Essas iniciativas padronizam guias de implementação e desenvolvem estratégias, táticas e seus líderes de forma necessária para criar e manter o sucesso.

Segundo Rotondaro (2002), essas organizações de sucesso entendem a variabilidade do processo e passam a controlá-la como forma de redução de falhas e aumento da confiabilidade, e isso são tão válidas quanto procurar eliminar os defeitos. Ao trabalhar com a variabilidade, o Programa de Qualidade Seis Sigma (PQSS) consegue resultados dificilmente atingidos por outras metodologias, em função do uso de ferramentas estatísticas no controle da variabilidade do processo.

A estrutura do PQSS emprega numerosos mecanismos que promovem simultaneamente, as demandas conflitantes de exploração de problemas, com o controle do esforço de melhoria. Como resultado, o que há de novo em comparação com abordagens prévias de gerenciamento de qualidade, é mais sua implementação organizada em vez de uma filosofia subjacente como ferramentas/técnicas da qualidade empregadas (SCHROEDER *et al*, 2008).

Um dos fatores responsáveis na qual levam as organizações a buscarem o PQSS é que este consegue fazer com que a organização alcance nível de manufatura de classe mundial, ou seja, produz com custos baixos e com níveis extremamente baixos de falhas, tornando-se mais competitiva no mercado e obter a admiração necessária dos clientes. A essência consiste na utilização sistemática de métodos estatísticos para reduzir a variabilidade e, conseqüentemente, os efeitos com grande foco no cliente. (PANDE *et al*, 2002).

De uma forma geral, as técnicas e ferramentas adotadas pelo PQSS, são em sua grande maioria as mesmas em que tem sido utilizada pelos sistemas da qualidade conhecidos. Entretanto, uma diferença marcante está em sua estruturação, na qual há um maior foco na redução da variabilidade do processo com utilização de ferramentas estatísticas, tornam o método único e eficaz, obtendo um efeito de potencializar os resultados obtidos. O funcionário recebe treinamento para compreender e implantar o programa e utilizar ferramentas estatísticas. Sem treinamento, as chances de falhas são muito grandes (ROTONDARO, 2002).

Sendo assim, há um cuidado a ser tomado nas expectativas de implantação para obter o sucesso e ganhos tangíveis no lucro, pois, segundo Kumar *et al* (2008), apesar das empresas buscarem o PQSS como uma referência predominante para tentar obter uma vantagem competitiva e alcançar o sucesso desejado, não são todas as empresas que obtêm sucesso na implementação dessa melhoria da qualidade estratégica. Embora muitas empresas atribuíssem seu sucesso de melhoria devido a programas de qualidade, como Seis Sigmas, há um significativo número de empresas que não conseguem obter quaisquer benefícios mensuráveis após implementação dessas estratégias de melhoria da qualidade.

Frequentemente, o sucesso do PQSS vem acompanhado de grande resultados, como exemplo de sucesso, observado por Mcclenahen (2004), a divisão dental da 3M, que apesar do seu histórico de qualidade ser bom, e mesmo recebendo o prêmio Baldrige de qualidade, adotou em seguida o PQSS como programa de melhoria e transformou o cenário da qualidade, melhorando mais o que já estava bom do seu desempenho em qualidade, sendo que o resultado foi expandido e alcançado por outros setores da empresa também. Fiedler (2004) ainda ressalta que, não apenas na área da qualidade o desempenho da 3M impressionou, mas também houve ganhos no desempenho financeiro.

## **1.1 Justificativa**

Apesar do PQSS estar ganhando cada vez mais um impulso na indústria, ainda há poucas investigações acadêmicas que tem sido realizadas a respeito desse fenômeno emergente, principalmente em pequenas empresas (SCHROEDER *et al*, 2008).

Há uma tendência de aumento, no mercado competitivo, na implementação do PQSS, porém também se constata um grande número de implementações falhas. Um dos grandes motivos para esse insucesso pode ser atribuído à falta de uma sistemática sobre como efetivamente orientar a execução deste programa (CHAKRAVORTY, 2009).

Ainda há uma observação relevante quanto ao roteiro a ser seguido nas implementações desse programa, pois é essencial que a empresa desenvolva sua própria estratégia e seu próprio plano para lançar e integrar o PQSS obtendo o sucesso desejado ao longo do tempo (PANDE *et al*, 2002).

Por isso, este trabalho procura ressaltar aspectos importantes para o sucesso do PQSS, identificando possíveis modificações e adaptação da estrutura e uso das ferramentas do PQSS para atender as exigências de um mercado competitivo, voltado com foco no cliente e na lucratividade, para pequenas empresas.

Também são explorados aspectos gerais que valorizam o PQSS como uma abordagem eficiente para promover elevação do desempenho organizacional relevantes para a gestão da qualidade, demonstrando quais aspectos foram melhorados com o uso das ferramentas em empresas de pequeno porte;

## **1.2 Contribuição**

Este trabalho possibilitará ampliar o conhecimento sobre o uso PQSS no país, no intuito de aprofundar o estudo sobre a aplicação do programa em pequenas empresas.

Apresentar um estudo de caso de aplicação do programa, sob o ponto de vista de seu uso como ferramenta, para diminuição da variabilidade do processo produtivo de uma pequena empresa prestadora de serviço de usinagem, na qual a produção não ocorre de maneira contínua, e sim com encomendas de projetos diferentes e personalizados para cada cliente.

Obter também, informações relevantes que possibilitem compreender a estrutura funcional do programa em questão e responder a questões de pesquisa tais como: quais aspectos do programa com relação à melhoria do desempenho do processo, bem como da qualidade podem ser destacados em uma empresa de pequeno porte que não conhecia o programa anteriormente de sua aplicação.

Essa investigação irá fornecer uma sistemática para orientar de forma eficaz a execução do Programa de Qualidade Seis Sigma, detalhando a sequência das etapas bem como de seus elementos/atividades fundamentais para o sucesso, desenvolvendo a própria estratégia e o próprio plano para lançar e integrar nos processos de melhoria de uma pequena empresa.

### **1.3 Objetivo Geral**

Como principal objetivo, este trabalho propõe a implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma, em uma empresa de pequeno porte e de serviços sob encomenda, para otimizar o processo de fabricação, através da diminuição do atraso na entrega dos pedidos.

#### **1.3.1 Objetivos Específicos**

Como objetivo específico, este trabalho propõe a criação de uma sistemática de implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma em pequenas empresas, através de adaptações de roteiros propostos na literatura, de modo a oferecer um modelo de implantação de cada etapa do ciclo de melhoria do Programa de Qualidade Seis Sigma bem como utilização de sua estrutura hierárquica.

Tem também como objetivo específico, demonstrar a eficiência da proposta de implantação, através da otimização do processo de fabricação, melhorando o prazo de entrega, definido com principal requisito do cliente.

Pretende ainda, demonstrar que a grande estrutura hierárquica dos “Faixas” do PQSS, pode ser adaptada, em uma escala menor, obtendo sucesso na realização dos projetos de melhoria.

### **1.3.2 Objetivos Secundários**

Como objetivo secundário, este trabalho pretende demonstrar que a tecnologia de melhoria de processo e qualidade do Programa de Qualidade Seis Sigma, bem como suas ferramentas da qualidade, pode ser acessível à pequena empresa, de modo a oferecer e melhorar sua vantagem competitiva no mercado.

### **1.4 Objeto de Estudo**

O estudo de caso será realizado em uma pequena empresa localizada na região de Piracicaba no estado de São Paulo. Em termos de faturamento, trata-se de uma pequena empresa, pois seu faturamento anual está entre R\$2,4 milhões e R\$16 milhões (BNDES, 2011).

É uma pequena empresa familiar de Nacionalidade brasileira, que realiza serviços de usinagem, de peças que variam de pequenas (menos de um quilograma), até peças grandes (até 50 toneladas), no setor metal mecânico.

Os pedidos são sobre encomenda e não seriados. Possui atualmente cerca de 65 funcionários, podendo chegar até 100 funcionários, de acordo com a sazonalidade do mercado, podendo variar seu faturamento, que atualmente está em torno de um milhão de reais por mês.

A empresa tem como processo de gestão da qualidade a ISO 9000, que obteve a certificação desde 2009.

### **1.5 Estrutura do trabalho**

Visando a apresentação deste estudo, este trabalho está organizado em seis capítulos, com o objetivo de apresentar o desenvolvimento do estudo sob a implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma em pequenas empresas de serviços sob encomenda, conforme ilustrado na Figura 1.



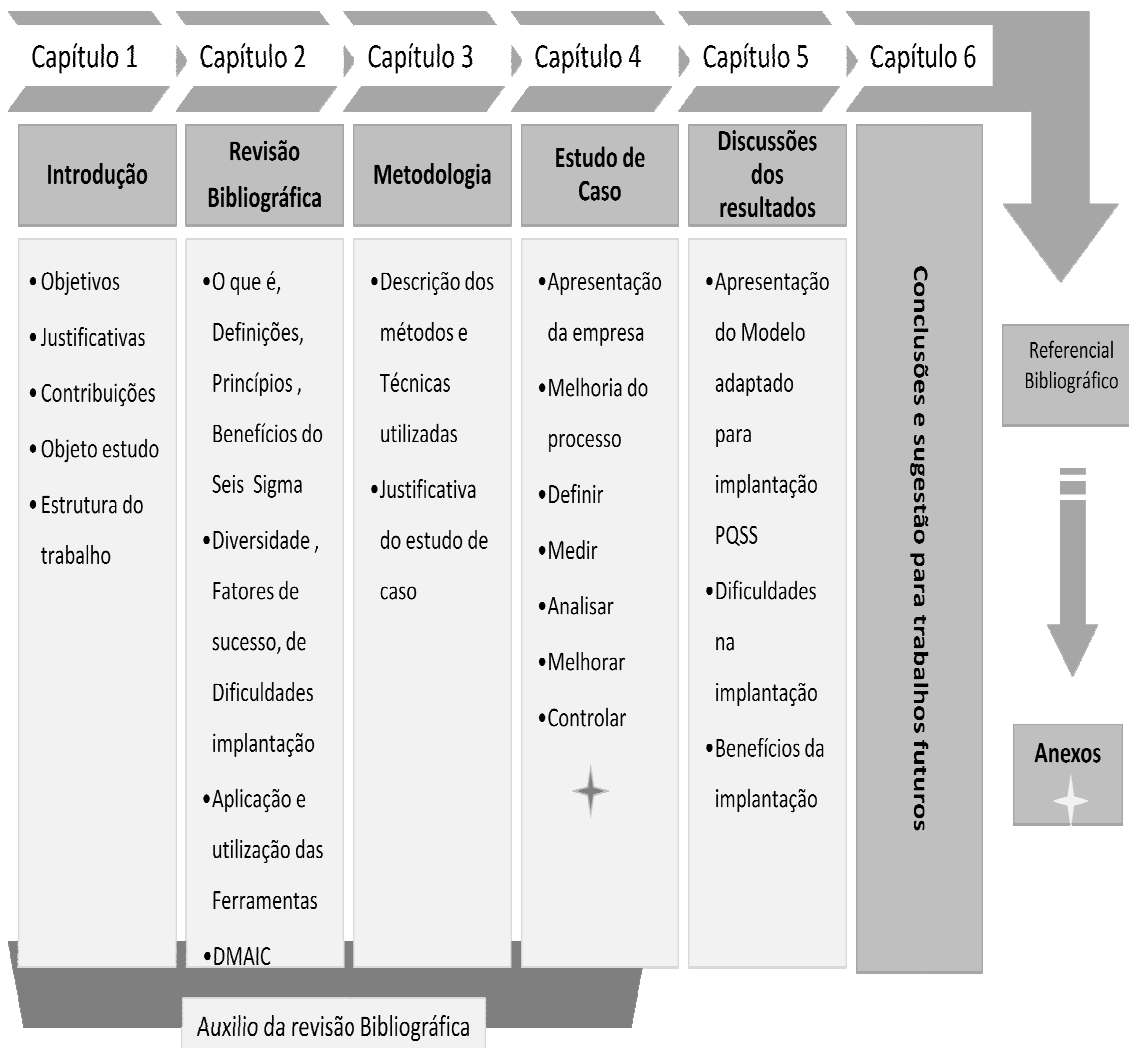


Figura 1 – Estrutura do trabalho

O capítulo 1 apresenta uma introdução com um contexto geral do PQSS no cenário competitivo das organizações, incluindo os objetivos, justificativa e contribuição deste trabalho, além do objeto de estudo deste trabalho.

O capítulo 2 descreve sobre o estado da arte, dando condições ao leitor de se familiarizar com o tema que será desdobrado nos capítulos seguintes. Em essência é realizada a revisão bibliográfica, apresentando os conceitos, definições e princípios para se entender o que é o PQSS, incluindo apresentação de seus benefícios, diversidade de sua aplicação, seja como programa de melhoria operacional ou estratégico, além de apresentar fatores de sucessos e fracassos de implantação e ainda também é detalhado o ciclo de melhoria DMAIC, que foram utilizados como referência no desenvolvimento deste trabalho.

O capítulo 3 apresenta aspectos importantes acerca da estratégia de pesquisa, abordagens, descrição dos métodos e técnicas aplicadas neste trabalho, empregados para obtenção das evidências que dão sustentação para o estudo em campo, além da justificativa da utilização do estudo de caso, explicando o processo de coleta de dados e quantidades amostrais.

O capítulo 4 descreve mais especificamente na aplicação dos aspectos metodológicos do estudo de caso, o processo de implementação do PQSS, em que inicialmente é apresentada a empresa utilizada neste estudo de caso e suas características do setor produtivo, em que são apresentadas as cinco fases do ciclo de melhoria DMAIC, incluindo a análise e resultados da implantação realizada – que teve uma taxa de sucesso na redução do problema de aproximadamente 70%. Por meio de tabelas e gráficos é demonstrado passo a passo a sistemática de implantação e aspectos específicos da utilização da estrutura PQSS, além da integração das técnicas e ferramentas utilizadas na empresa.

O capítulo 5 apresenta discussões dos resultados, incluindo dificuldades e benefícios alcançados com a sistemática de implantação para pequenas empresas e alguns comentários finais do trabalho.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e resultados finais do trabalho. Além disso, são listados alguns pontos sugerindo para perspectivas de pesquisas futuras, seguido da referência bibliográfica e anexos.

## 2 Revisão bibliográfica

Todo processo que possa ser entendido como a transformação de um conjunto de parâmetros de entrada (*input*) em uma saída (*output*), sempre apresentará certo grau de variabilidade entre os produtos, Carpinetti (2003). As saídas finais, ou seja, os resultados são obtidos pelas atividades realizadas durante o processo, que estão sujeitos à variabilidade, que por sua vez, essa variabilidade pode levar a um aumento de defeitos, custos e tempo de ciclo (ROTONDARO, 2002).

Para isso, o Programa de Qualidade Seis Sigma (PQSS) pode parecer como mais uma resposta emergente para problemas de qualidade, como variabilidade do processo ou produto, e quando olhado mais de perto, há como perceber que não se trata apenas de uma moda, mas, ao contrário, um sistema em que há uma grande flexibilidade para liderança e um desempenho de lucratividade melhorado (PANDE *et al*, 2002).

Ainda segundo esse autor, não se trata apenas de teoria, mas sim de ação. Os benefícios do PQSS já são visíveis nos enormes ganhos registrados por algumas grandes empresas e outras nem tão renomadas, sendo que tão importante quanto isso, é o papel na construção de novas estruturas e práticas para sustentar este sucesso.

As raízes do PQSS como um padrão de medida, iniciou-se com Carl Fredrick Gauss (1777-1855), quem introduziu o conceito da curva ou distribuição normal. Walter Shewhart introduziu o três sigma como uma medida da variação da saída (“*output*”) em 1922, e indicou que a intervenção no processo era preciso quando a variação na saída fosse além deste limite. O conceito do três sigma é relacionado a um rendimento do processo de 99.973 por cento e representa uma taxa de defeito de 2.600 por milhão, no qual era adequado para a maioria dos processos de fabricação até os anos 1980. (RAISINGHANI, 2005).

Duas coisas ocorreram por volta dos anos 1980 que requereu um alto nível de qualidade dos fabricantes americanos: A primeira delas foi à introdução da produção em massa de pequenos produtos eletrônicos, como de transistor rádios para televisões, que eram produzidos em grandes quantidades para consumo do mercado em massa; A segunda e mais força convincente para a melhoria da qualidade no mercado interno foi à abertura dos mercados mundiais e subsequente introdução da eletrônica japonesa em

mercados estrangeiros e americanos. O menor preço e maior qualidade dos produtos japoneses eram mais atraente para o consumidor global (RAISINGHANI, 2005).

Em resposta à ameaça japonesa para a indústria americana, várias iniciativas de qualidade foram introduzidas a partir dos anos 1980 para ajudar a tornar a produção nacional de bens e serviços mais competitivos; "Círculos de Qualidade" na Honeywell e Fairchild Electronics, "Zero Defeitos" na Ford Motors, "Gestão da Qualidade Total (GQT)" ou "*Total Quality Management*" (TQM) na Boeing e na Bell Telephone, e um prêmio nacional de qualidade, chamado *Malcolm Baldrige National Quality Award* (VOKURKA, 2003).

A Motorola enfrentava os mesmos problemas com o custo da não qualidade. Um engenheiro da Motorola, a incentivo do presidente, encontrou que o nível da qualidade associado com uma medida do PQSS corresponde a uma taxa de falhas de duas porções por bilhão e adotou este como um padrão. Deste programa surgiu o conceito PQSS, na qual foi seguido posteriormente pela General Eletric (GE) e outras empresas de classe mundial. Rapidamente, o PQSS difundiu-se, não só em ambientes de manufatura, mas também no setor de serviços (RAISINGHANI, 2005; ROTONDARO, 2002).

O conceito inicial do PQSS desenvolvido pela Motorola, foi desenvolvido por William Smith para lidar com o alto índice de fracasso dos sistemas produtivos, sendo uma ferramenta para melhorar a confiabilidade do processo e qualidade dos produtos, focando na redução de defeitos, isto é, inicialmente como estratégia operacional. Entretanto, com o amadurecimento do PQSS, evoluiu para uma estratégia de gestão favorecendo as empresas no mundo corporativo (KUMAR *et al*, 2008).

## **2.1 Programa de Qualidade Seis Sigma X *Total Quality Management***

A adoção de normas e programas da qualidade, como o PQSS e o *Total Quality Management* (TQM), formam algumas das alternativas que as empresas podem ter para se manter competitiva no mercado (SHANKAR, 2003.).

Ao se revisar a literatura, verificam-se algumas questões incomuns, como também questões contrastantes a respeito da abordagem do PQSS em relação ao programa TQM. Isso inclui uma correlação entre suas similaridades e diferenças;

culturais, ferramentas usadas, estruturação do programa, seus pilares de sustentação, bem como em sua forma gerencial, no que se diz respeito às metodologias usadas.

Essa diferença ainda tem sido muito debatida, tanto na área acadêmica, científica ou ainda na prática por indústrias, em que há argumentos desde que o PQSS é uma versão atualizada e adaptada do TQM (MCMANUS, 1999), até argumentos de que PQSS é algo novo (SANTOS, 2006).

Em relação à estratégia, Anbari (2002), resume o PQSS como uma forma de gerenciamento que soma a força do TQM, com o foco no cliente, adicionando análise de dados, utilizando ferramentas avançadas, agregando melhores resultados financeiros e de gerenciamento de projetos de melhoria, justificando que o PQSS é mais abrangente do que iniciativa da qualidade TQM, pois incluem medições e documentos de resultados financeiros, análise de dados adicionais, utilização mais avançada de ferramentas estatísticas, além de concentrar suas preocupações no cliente e utilizar ferramentas de gerenciamento de projetos.

Em relação à difusão do programa, segundo Pande *et al* (2002), na maioria das organizações, “equipe de liderança do PQSS” ou “Conselho da qualidade” é de modo geral a mesma equipe da alta gerência já existente, enquanto que nos dias da TQM esse papel era, frequentemente, delegado, enviando um sinal negativo sobre a verdadeira importância da iniciativa, para os líderes da empresa.

Em relação ao treinamento em TQM, segundo Pande *et al* (2002), tendia a ser “seco”, aborrecido e irrelevante para o trabalho diário de cada indivíduo. Também deixava as pessoas com uma compreensão de conceitos e ferramentas no nível de consciência, mas sem a profundidade de conhecimentos para realmente utilizá-los.

Em relação às equipes para melhoria da qualidade, segundo Schroeder *et al* (2008), TQM envolver todos os funcionários, desde no nível do chão de fábrica, até áreas administrativas, envolvendo toda empresa como uma cultura de melhoria da qualidade. No PQSS, são realizados projetos que são designados a um nível estratégico, e as equipes são selecionadas e formadas juntamente com um treinamento específicos, com ferramentas estatísticas, para melhorar um processo específico.

Após os projetos do PQSS de melhoria ser concluídos, as equipes são dissolvidas, ao contrário de equipes TQM, que muitas vezes permanecem como um mesmo time no curso das melhorias nas suas áreas de trabalho (SCHROEDER *et al*, 2008).

Em relação aos ciclos de melhorias, segundo Kumar *et al* (2008), PQSS obtém uma taxa de sucesso mais elevada em comparação ao TQM, devido ter um alinhamento estratégico com as metas e buscar uma taxa de defeitos tendendo a zero, já que ambos os programas utilizam de ciclos de melhoria: PDCA (*plan, do, control, action*) para o TQM e DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) para o PQSS.

Em relação às práticas de qualidade, Zu *et al* (2008), com base numa amostra de 226 empresas dos EUA, além de identificaram três novas práticas do PQSS, em relação ao TQM, que são críticas para implementação de conceito e método organização, também verificou que estas novas práticas são distintas das práticas tradicionais TQM, e que elas se complementam na melhoria de desempenho, sendo que essas novas práticas são:

- papel da estrutura PQSS (hierarquia do PQSS e seus multiplicadores);
- estrutura do processo de melhoria PQSS (gerenciamento das atividades utilizando ciclo DMAIC);
- foco nas métricas (melhoria de desempenho através de metas desafiadoras, utilizando dados quantitativos como Cp para melhorar),

Pinto *et al* (2006), através de uma pesquisa do tipo *survey* em 198 empresas analisadas, constatou que 23,2% das empresas possuem o Programa de Qualidade Seis Sigma e apenas 15,7% das empresas possuem o programa de qualidade TQM, e que o principal motivo para implantação de ambas às metodologias, foi à iniciativa própria para melhoria da qualidade e da produtividade, tendo como segundo principal motivo a exigência dos clientes para a implantação do TQM e imposição das matrizes para implantação do PQSS.

Segundo McAdam & Lafferty (2004) a importância do PQSS não está em substituir o programa TQM e sim uma reorientação das necessidades da empresa na mecanização atuando concomitantemente com o programa TQM. Os autores ressaltam que devem ser analisados cuidadosamente os fatores de transformação do programa em

termos de cultura e preconceitos adquiridos de programas anteriores quanto à questão de benefícios ou prejuízos na abordagem de sobreposição do programa.

## 2.2 Entendendo o que é o Programa de Qualidade Seis Sigma

Segundo Pande *et al* (2002), PQSS pode ser definido de várias maneiras. É uma forma de medir processos; uma meta de quase perfeição, representado por 3,4 Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO); uma abordagem para se mudar a cultura de uma organização. Pode ser definido como um sistema amplo e abrangente para a construção e a sustentação de desempenho, do sucesso e da liderança em negócios.

Além das ferramentas estatísticas que apoiam o PQSS, há um ciclo de melhoria, organizado por um time hierárquico, em que cada indivíduo tem sua função e é classificado como Campeão (*Champion*), Mestre Faixa Preta (*Master Black Belts*), Faixa Preta (*Black Belts*), Faixa Verde (*Green Belts*) (LINDERMAN *et al*, 2003).

O entendimento na prática, do que é o Programa de qualidade Seis pode ser percebido nas entrevistas realizadas por Schroeder *et al* (2008), com vários executivos da mesma empresa e com executivos de empresas diferentes, encontraram na prática algumas considerações a respeito da definição do PQSS relacionadas logo abaixo:

- em uma grande empresa, os executivos enxergam PQSS em termos muito mais gerais, como uma abordagem de execução que leva uma empresa a vantagens competitiva. Eles também salientam a importância de se conectar o Faixa Preta com um especialista (Campeão) para certificar-se que as equipes PQSS trabalhem em processos importantes para a estratégia de negócios. Essa definição refere-se como o negócio é executado, sob o ponto de vista do PQSS como abordagem estratégica e não como melhoria de processo ou como métodos estatísticos.
- em outra grande empresa a definição de PQSS enfatiza a ideia de chegar à causa básica dos problemas a fim de melhorar um processo. Isto é muito importante porque existe uma tendência para saltar para conclusões e atacar os sintomas, em vez dos problemas subjacentes no negócio. Ainda há uma concepção para o Faixa Preta da importância do Campeão.

- cada uma das definições indica pontos um pouco diferentes sob a perspectiva do que é o PQSS. Essa diversidade na ênfase do ponto de vista na definição do que é o PQSS na prática, existe até mesmo dentro da mesma empresa.

Definir PQSS em termos simples não é fácil, porque abrange a metodologia de resolver de problema, e foco na otimização e na mudança cultural. Sigma seis realiza este objetivo utilizando um jogo extensivo de rigorosas ferramentas matemáticas e estatísticas avançadas, e uma metodologia bem definida que produz resultados significativos rapidamente. O sucesso desta metodologia dentro de uma organização tem um momento significativo que pode somente conduzir à transformação cultural fundamental para organização (RAISINGHANI, 2005).

A compreensão do PQSS requer antecipadamente a revisão de alguns conceitos, estatísticos no processo produtivo, tais como Sigma e os indicadores de capacidade Cp e Cpk.

### **2.2.1 Sigma**

Sigma é uma letra grega, “ $\sigma$ ”, usada em estatística matemática para representar o desvio padrão de uma distribuição. O valor de sigma é estimado calculando-se o desvio padrão de uma amostra representativa. A distribuição normal, ou Gaussiana, teórica, possui dois parâmetros, a média, “ $\mu$ ”, e o sigma, “ $\sigma$ ”, estimados através de amostras, calculando-se a média aritmética e o desvio padrão (PEREZ-WILSON, 1999).

O termo sigma mede a capacidade do processo em trabalhar sem variabilidade. Quando se fala em PQSS, significa redução da variação no resultado entregue aos clientes, numa taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição. É uma metodologia rigorosa que utiliza ferramentas e métodos estatísticos para definir os problemas e oportunidade para melhoria, medir para obter a informação e os dados necessários para análise, analisar a informação coletada, incorporar e empreender melhorias nos processos, e controlar os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas, o que por sua vez, gerará um ciclo de melhoria contínua (ROTONDARO, 2002).



O desvio padrão de uma população, da distribuição normal, é dado pela (Eq.1), sendo uma estatística que quantifica a variabilidade ou a não uniformidade existente em um processo. Quanto menor for o sigma, significa que menos variabilidade existe nos dados, e por outro lado, quanto maior o sigma, mais variabilidade existe nos dados (PEREZ-WILSON, 1999).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (\text{Eq.1})$$

### 2.2.2 Capabilidade do processo - Cp e Cpk

A capabilidade do processo é a medida da aceitabilidade da variação do processo (SLACK, 2008). A mesma não pode ser confundida com capacidade, pois no primeiro caso, tem-se uma expressão do que o processo pode alcançar quando atuam sobre ele apenas causas acidentais, atribuíveis ao acaso, que não chegam a atuar de forma significativa, sendo de eliminação inviável ou impossível, enquanto que no segundo caso o processo opera sob a ação de uma ou mais causas significativas, estranhas a ele, e que por isso mascara-se seu funcionamento normal. O primeiro caso trata do processo puro, o segundo, do processo com ações de influências externas (MONTGOMERY, 2003).

Um processo é chamado Seis Sigma quando sua variabilidade (amplitude do processo) é igual à metade da amplitude da especificação (diferença entre limite superior de tolerância - LST e limite inferior de tolerância - LIT). Se a média do processo estiver centralizada no meio dos limites de especificação, e a variabilidade do processo for igual à metade da amplitude da especificação, então o Cpk será igual a 2,0 e também terá o mesmo valor do Cp. O Cpk mínimo para um processo Seis Sigma é 2,0. O Cp pode ser muito maior do que 2,0 (PEREZ-WILSON, 1999).

Tradicionalmente, as linhas de controle ficam numa distância de três desvios-padrão da média ou do alvo do processo. Esse limite define uma área, em que, na maioria dos casos, podem evita alarme falso. O desvio-padrão utilizado é o das médias (erro padrão), em que, teoricamente, é três vezes o desvio-padrão da população dividido

pela raiz quadrada do tamanho da amostra (MONTGOMERY, 2003), conforme ilustrado na (Eq.2).

$$L.T. = \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \quad (\text{Eq.2})$$

A medida mais simples de  $C_p$  é dada pela razão entre a faixa de especificação (LST e LIT) e a variação “natural” do processo, conforme (Eq.3), isto é,  $\pm 3$  desvios-padrão para a esquerda da distribuição Normal, e  $\pm 3$  desvios-padrão para a direita da distribuição normal, Slack (2008), em que o numerador de  $C_p$  é a largura das especificações e seis  $\sigma$  é frequentemente referido como a largura do processo, MONTGOMERY (2003).

$$C_p = \frac{LST - LIT}{6\sigma} \quad (\text{Eq.3})$$

Geralmente, se o  $C_p$  de um processo é maior do que um, é considerado iniciativa de que o processo é “capaz”, e se o  $C_p$  é menor do que um, indica que o processo é não capaz. A simples medida de  $C_p$  pressupõe que a média da variação do processo está no ponto médio da faixa de especificação. Nesses casos, como mostrado na (Eq.4) e (Eq.5), são necessários índices unilaterais, superior (IUS) ou inferior (IUI) de capacidade para compreender a capacidade do processo (SLACK, 2008).

$$(\text{IUS}) = \frac{LST - \bar{X}}{3\sigma} \quad (\text{Eq.4})$$

$$(\text{IUI}) = \frac{\bar{X} - LIT}{3\sigma} \quad (\text{Eq.5})$$

Se o processo não estiver centralizado, então será usada uma razão de medida de capacidade real, conforme ilustrado na (Eq.6), denominada de  $C_{pk}$ , que é uma razão unilateral da capacidade de processo, calculada relativa ao limite de especificação mais próximo da média do processo. Se o  $C_p$  for igual ao  $C_{pk}$ , o processo está centralizado na dimensão nominal (MONTGOMERY, 2003).

$$Cpk = \text{mínimo} (IUI, IUS) \quad (\text{Eq.6})$$

Frequentemente, a média do processo está em relação à faixa de especificação, sendo aceitável que as medidas desviem de um valor especificado de seis desvios padrão. Logo, se a tolerância que possui for igual ou maior que as variações medidas através do desvio padrão, têm-se um processo potencialmente capaz, Kume (1990), conforme Tabela 1, que nos demonstra que para um processo ser no mínimo bom, ou seja, capaz, o valor do Cp tem que estar entre 1,33 e 1,67.

Tabela 1: Análise do Cp e Cpk

Valor do Cp	Situação Cpk	Providências
<b>Cp &lt; 1,0</b>	Inaceitável, peças estão sendo produzidas fora do especificado.	Verificar máquina, processo, ferramentas, etc. e promover modificações que melhorem a qualidade e reavaliar o Cp.
<b>1,00 &lt; Cp &lt; 1,33</b>	Processo normal	Buscar promover melhorias para aumentar qualidade e reduzir custos.
<b>1,33 &lt; Cp &lt; 1,67</b>	Processo bom	Manter o processo nesta faixa, com margem de segurança suplementar de 3s.
<b>1,67 &lt; Cp &lt; 2,0</b>	Ótimo	Processo de alto nível
<b>Cp &gt; 2,0</b>	Excelente (nível seis sigma)	É desejável que os processos estejam nesta faixa.

Fonte: adaptado Kume (1990); Perez-Wilson (1999).

### 2.3 Princípios e Definições do Programa de Qualidade Seis Sigma

Baseado nas definições abordadas até o momento, este tópico abordará as questões relacionadas a princípios do PQSS com mais detalhes e alguns elementos chave do programa, visto de várias maneiras, entre alguns vários autores.

Como todos os programas de qualidade, o PQSS é formado por conceitos essenciais que se combinam para dirigir o desempenho melhorado do negócio, assim como seus objetivos, tornando um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar

e maximizar vantagens competitivas da empresa, conforme na Tabela 2, em que pode ser destacado o conceito de melhoria continua com o objetivo de evitar problemas e diminuir variações e o foco na compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análises estatísticas com resultados na melhoria e reinvenção dos processos melhorando a qualidade de seus produtos ou serviços (PANDE *et al*, 2002).

Tabela 2 – Conceitos chave do Programa de Qualidade Seis Sigma

Conceito	Objetivo
Criar um sistema de “loop” fechado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corrigir o curso, manter-se de pé e manobrar com sucesso.</li> <li>2. Reduzir a variação e manter a direção no caminho do sucesso com mais segurança</li> </ol>
Alinhamento do sistema: acompanhamento das entradas; processos; saídas; $Y = f(X)$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compreender qual dos X (variáveis de entradas e no processo de negócio) tem maior influência sobre os Y (resultados)</li> <li>2. Usar as mudanças no desempenho geral do processo (os Y, além de outros fatores externos) para ajustar os negócios e mantê-los em movimento sobre um caminho lucrativo.</li> </ol>

Fonte: adaptado de Pande *et al* (2002).

Esse conceito do ciclo de melhoria é o princípio fundamental do PQSS na qual melhora o nível de capacidade sigma de seu processo, através da aplicação de rigorosas ferramentas de estatística, sob uma abordagem sistemática, orientada por dados estatísticos usando o ciclo conhecido como DMAIC (KWAK & ANBARI, 2006).

Para Goel & Chen, (2008), a filosofia básica do PQSS condiz com a teoria de que tudo aquilo que pode ser medido, pode ser também melhorado através de uma otimização de desempenho do processo que se aproxima do zero defeito (PEREZ-WILSON, 1999).

Já para Perez-Wilson (1999), PQSS não é uma metodologia, e sim um fim, não um meio, pois pode ser visto com o conceito estatístico, uma medida, uma estratégia, uma meta, um benchmark, uma visão, uma filosofia, conforme mostrado em detalhes à descrição para cada conceito na Tabela 3.

Tabela 3 – Definições do Programa de Qualidade Seis Sigma

PQSS como:	Descrição
<b>O Benchmark</b>	Usado como um parâmetro para comparar o nível de qualidade de processos, operações, produtos, características, equipamentos, máquinas, divisões e departamentos, entre outros.
<b>A Meta</b>	É uma meta de qualidade. Essa meta é chegar bem próximo do zero defeito, erros, ou falha. Mas não é necessariamente zero, é na verdade, 0,002 falhas por milhão, 0,002 PPM, ou, para fins práticos, zero.
<b>A Medida</b>	Medida para determinado nível de qualidade. Quando o número de sigmas é baixo, dentro das especificações, o nível de qualidade não é tão alto. Comparativamente entre número de não conformidades ou unidades defeituosas entre processos de ( $\pm 2\sigma$ ) com processo de ( $\pm 4\sigma$ ), tem-se um nível de qualidade significativamente pior. Então, quanto maior o número de sigmas dentro das especificações, melhor o nível de qualidade.
<b>A Filosofia</b>	É uma filosofia de melhoria perpétua do processo (máquina, mão de obra, método, metrologia, materiais, ambiente) e redução de sua variabilidade na busca interminável de zero defeito.
<b>A Estatística</b>	É uma estatística calculada para cada característica crítica a qualidade para avaliar a desempenho em relação à especificação ou a tolerância.
<b>A Estratégia</b>	É uma estratégia baseada na inter-relação que existe entre o projeto de um produto, sua fabricação, sua qualidade final e sua confiabilidade, ciclo de controle, inventários, reparos no produto, sucata e defeitos, assim como falhas em tudo o que é feito no processo de entrega de um produto a um cliente e o grau de influencia que eles possam ter sobre a satisfação do mesmo.
<b>O Valor</b>	É um valor composto, derivado da multiplicação de 12 vezes um dado valor de sigma, assumindo seis vezes o valor do sigma dentro dos limites de controle para a esquerda da média e seis vezes o valor do sigma dentro dos limites de controle para a direita da média em uma distribuição Normal.
<b>A Visão</b>	É uma visão de levar uma organização a ser a melhor do ramo. É uma viagem intrépida em busca da redução da variação, defeitos, erros, e falhas. É estender a qualidade para além das expectativas do cliente.

Fonte: Perez-Wilson, 1999.

Segundo Rotondaro (2002), PQSS é uma metodologia estruturada que incrementa a qualidade por meio de melhoria contínua dos processos envolvidos na produção de um bem ou serviço, levando em conta todos os aspectos importantes de um negócio, com o objetivo de se conseguir a excelência na competitividade pela melhoria contínua dos processos, tendo como meta a relação da melhoria da lucratividade, ou seja, empresas que implementam PQSS fazem isso para melhorar seus lucros.

Segundo Schroeder (2008), PQSS é uma estrutura em que podem acontecer ações simultâneas de melhoria, porém de forma organizada e disciplinada, para reduzir a variação de processos organizacionais, na qual há um time de especialistas de melhoria, um método estruturado, e métricas de desempenho com objetivos estratégicos bem definidos.

PQSS pode assumir uma conotação diferente considerando cada nível hierárquico da organização, sendo que para alta gerência, é uma filosofia por meio do qual seus funcionários podem demonstrar seu comprometimento com a melhoria contínua da qualidade em todas as áreas da organização; para gerência média, ou os líderes de projeto é uma metodologia que leva a uma melhoria em qualidade através da redução de defeitos em produtos, processos e operações do negócio; e para o operacional é uma métrica que define a qualidade através de um número que denota a porcentagem de produtos não conforme (MITRA, 2004).

#### **2.4 Princípios estratégicos ou de ferramenta estatística**

O PQSS, devido sua flexibilidade de negócio, pode ser observado, conforme demonstrado exemplos na

Tabela 4, ou como uma estratégia operacional para reduzir o número de defeitos, ou como uma estratégia de negócios para melhorar os processos de negócios e desenvolver novos modelos de negócio, (KUMAR *et al*, 2008; KWAK & ANBARI, 2006).

Tabela 4– Programa de Qualidade Seis Sigma como estratégia e ferramenta estatística

<b>Estratégias de negócios e princípios</b>	<b>Ferramentas e técnicas</b>
Gerenciamento de Projeto	Controle estatístico do processo
Tomada de decisão com base em dados	Processo de análise de capacidade
Descoberta do conhecimento	Sistema de medição e análise
Processo de planejamento e controle	Projeto de experimentos (DOE)
Ferramentas de coleta de dados e tecnologia	Projeto robusto
Redução de variabilidade	Implantação da função Qualidade
Sistema de “Faixa” (Preta, Verde).	FMEA
Utilização do processo DMAIC	Análise de regressão
Mudança de ferramentas para gerenciamento	Análise dos meios e variações
	Teste de Hipótese
	Análise de causa raiz
	Mapeamento do processo

Fonte: Adaptado de Kwak & Anbari (2006)

Sob o ponto de vista estatístico, PQSS pode ser definido como uma variabilidade do processo tendendo a zero, em que pode ser aceito seis desvios padrões dentro dos limites de especificações, ou seja, uma taxa de defeitos próximo do zero, mais precisamente 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, ou em outras palavras, uma taxa de sucesso de 99,9997%, em que sigma é um termo usado para representar a variação sobre a média de processo, como será visto na próxima seção.

Sob o ponto de vista estratégico, PQSS é usado como gerenciamento de projetos de melhoria de processo, para melhorar a rentabilidade de negócios, para melhorar a eficácia e eficiência de todas as operações para atender ou exceder as necessidades e expectativas do cliente, como será visto mais adiante.

Nas duas próximas seções, será visto essas duas perspectivas de ponto de vista do PQSS, como a estratégica e como a de ferramenta, extratificadas e mais detalhadas.

### **2.4.1 Programa estatístico para melhoria da qualidade**

PQSS é uma metodologia de melhoria do processo que visa aumentar o negócio desempenho por meio de um foco de negócio sólido e preciso. É uma abordagem sistemática para alcançar o processo contínuo melhorias (HAIKONEN *et al.*, 2004).

Raisinghani (2005), afirma que PQSS é uma ferramenta de controle estatístico do processo e não um sistema de gestão que deve ser utilizada em conjunto com outras ferramentas da qualidade, pois tem como foco redução de defeitos do processo através de oportunidades de melhorias através de uma medição sistemática, o que leva a maior produtividade, redução de custos e maior satisfação do cliente. Pode haver impactos negativos se a metodologia for aplicada a projetos com estratégias erradas, pois PQSS se trata de uma ferramenta e não um sistema de gestão.

Sahoo *et al* (2008) abordam o PQSS como uma ferramenta que tem bons resultados se integrado com outros métodos da qualidade como o método de Taguchi, e outras ferramentas como o DMAIC.

Hwang (2006) utiliza a metodologia como ferramenta de processo com a integração de outras ferramentas da qualidade com o DMAIC para obter o aumento do desempenho e da capacidade de processo, tempo do ciclo, e eficiência do processo. PQSS é um sistema de execução para Manufatura que pode melhorar a qualidade de trabalhos em curso, utilizando a análise estatística.

Santos & Martins (2004) sugere que essa abordagem é suportada pela aplicação do pensamento estatístico, em que a priorização do foco em processos, o entendimento da variação e o uso de dados para subsidiar ações devem ser entendidos como componentes chaves nas atividades diárias de gerenciamento de processos. A preocupação contínua com a redução da variação, com a medição e com a coleta de dados são premissas indiscutíveis do PQSS que se apoiam na metodologia científica.

Mahesh *et al* (2006) apresentam uma metodologia de utilização de PQSS como instrumento de aferição da qualidade nos processos de prototipagem rápida na indústria. Esse caso envolve a fabricação de parte de um referencial geométrico e de uma metodologia de controle para identificar o melhor desempenho do processo para reduzir a variabilidade nas peças acabadas. A abordagem é demonstrada com um estudo de caso baseado na sinterização direta a laser (DLS) processo de prototipagem usando



polímeros em pó. PQSS foi identificado como um conjunto de ferramentas de controle estatístico do processo que é utilizada para determinar e melhorar a adaptação de fatores que afetam os resultados esperados das partes analisadas.

Sokovic *et al* (2005) abordam a aplicação do PQSS na concepção do processo. Usando um exemplo do processo de usinagem de máquinas de compressor caseiro com aplicação de algumas ferramentas a partir do PQSS, eles evidenciam os benefícios no processo de melhoria. Esses resultados poderiam ser melhorados com a utilização mais generalizada das ferramentas PQSS e sua metodologia para controle estatístico de processo. Para diminuição de custos, pode utilizar aplicação do PQSS junto com um mapa de processo e uma matriz de causa e efeito e um FMEA para identificar e melhorar falhas no processo de produção.

Portanto, os estudos analisados nesta seção apresentaram o Programa de Qualidade Seis Sigma sob o ponto de vista de uma abordagem operacional como uma ferramenta de controle estatístico do processo para melhorar a estabilidade do processo, diminuindo a variabilidade nos desvios padrões de qualidade. Outra questão também importante a ser observado é que quando o PQSS está sendo usada com auxílio em conjunto com outras ferramentas da qualidade, pode-se obter uma potencialização de seu desempenho, obtendo assim uma maximização dos resultados e consequentemente alcançando a melhoria do desempenho geral da organização.

#### **2.4.2 Programa estratégico**

PQSS é uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos ou serviços (ROTONDARO, 2002) realizado de forma organizada e sistemática para melhoria do processo estratégico e desenvolvimento de um novo produto e serviço que dependa de métodos estatísticos e método científico para fazer reduções drásticas nas taxas de defeito para satisfação do cliente (LINDERMAN *et al*, 2003).

Segundo Dusharme (2006), é o processo de gerenciamento de ferramentas da melhoria da qualidade que obtém os melhores resultados.

Para muitos defensores do PQSS o seu poder reside no fato de que ele pode ser utilizado como uma estratégia de negócios para melhorar a quota de mercado e

rentabilidade. O nível de qualidade Sigma também ajuda a definir um objetivo realista para melhoria da qualidade do processo durante o ciclo DMAIC, ou seja, usá-lo como uma ferramenta de benchmarking (KUMAR *et al*, 2008).

PQSS deve ter o foco em melhorar desempenho de gestão e não só identificar contagem de defeitos, através de integração com outras práticas de gestão inovadoras, tornando assim mais atraente sua implantação. É uma estratégia de negócios que se concentra em melhorar a partir dos requisitos de cliente, entendendo, sistemas de negócios, produtividade, e o desempenho financeiro (KWAK & ANBARI, 2006).

Johnson e Swisher (2003) comentam PQSS como gestão, pois o foco principal deve ser colocado em melhorar o desempenho da gestão, não apenas identificação e contagem de defeitos.

Portanto, os estudos analisados nesta seção apresentaram o PQSS sob uma abordagem estratégica, observando que quando o PQSS está alinhado à estratégia de negócio e de produção pode contribuir para o alcance das metas da organização e consequentemente, para a melhoria do desempenho.

## **2.5 Benefícios do Programa de Qualidade Seis Sigma**

Segundo Porter (1996), uma vantagem competitiva traz a superioridade a uma empresa sobre as demais, entretanto, se for estabelecida uma diferença que possa ser sustentada com relação a seus competidores, como por exemplo, na implementação do PQSS em uma organização, em que se cria uma cultura interna de indivíduos educados, com processos padronizados de caracterização, otimização e controle, Rotondaro (2002), sustentando a base da vantagem competitiva.

Outra vantagem competitiva do PQSS está relacionada ao valor do sigma de cada processo, pois um processo que é classificado como três sigma, significa um resultado de 66.810 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) ou um rendimento do processo de 93.3 %, enquanto PQSS significa um resultado de apenas 3,4 DPMO ou um rendimento do processo de 99.99966 % (LINDERMAN *et al*, 2003), como ilustrado na Figura 2.

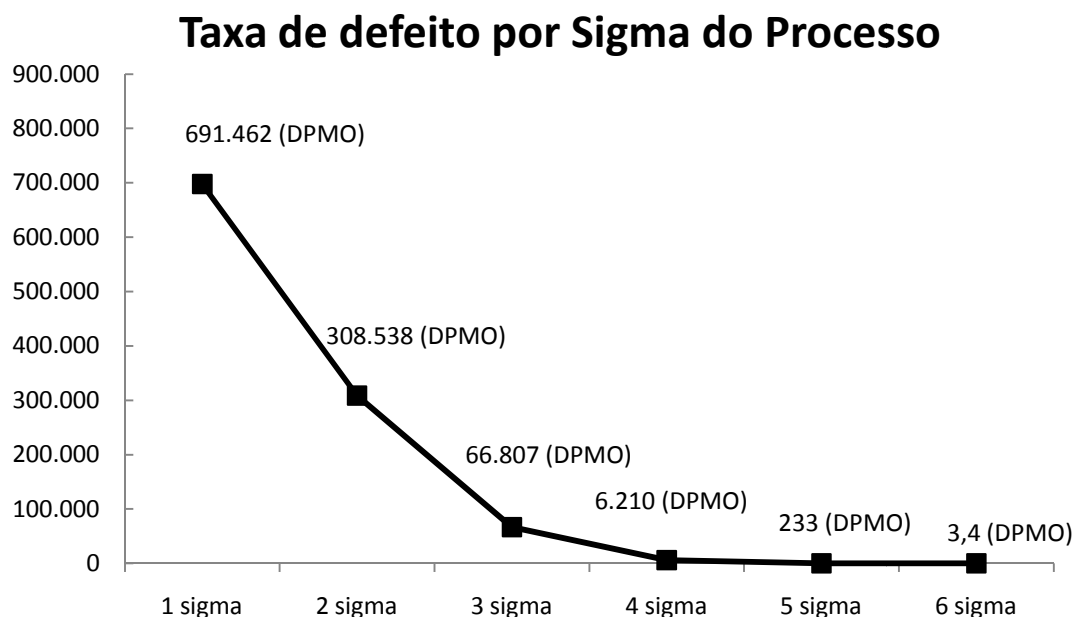


Figura 2 – Taxa de defeitos por milhão em um processo seis sigma

Fonte: Linderman *et al* (2003).

Segundo Kwak & Anbari (2006), os benefícios do Programa de Qualidade Seis Sigma, abrangem não só o setor de manufatura, como também outros setores da indústria, como setor financeiro, setor da saúde, setor de construção, setor de Pesquisa e Desenvolvimento. Esses benefícios, segundo Pande *et al* (2002) são diversos, incluindo: Redução de custo; Melhoria de produtividade; Crescimento da fatia do mercado; Retenção de clientes; Redução de tempos de ciclo; Redução de defeitos; Mudança cultural; Desenvolvimento de produto / serviço.

Para efeito de comparação, a Tabela 5 relaciona, taxa de erro com taxa de acerto, para diversos valores da Escala Sigma, com seus respectivos defeitos por milhão de oportunidade. O nível da escala Sigma adequado para um dado processo, dependerá dos requisitos dos clientes, em que nível sigma acima significa desperdício de esforço por parte da empresa, e em contrapartida, nível a baixo significa cliente não satisfeito (TRAD & MAXIMIANO, 2009).

Tabela 5: Significado da Escala Sigma

Taxa de Acerto	Taxa de Erro	Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)	Escala Sigma
30,9%	69,1%	691.462	1,0
69,1%	30,9%	308.538	2,0
93,3%	6,7%	66.807	3,0
99,38%	0,62%	6.210	4,0
99,977%	0,023%	233	5,0
99,99966%	0,00034%	3,4	6,0

FONTE: adaptado Trad & Maximiano (2009).

Para um melhor entendimento da razão de se aplicar PQSS em um processo, produto, ou serviço, pode ser citado como exemplo, à variabilidade de qualidade aceitável em processo produtivo, cujos produtos são, um equipamento de diagnóstico médico, ou um componente do controle de voo de um avião, em que a qualidade assegurada em nível de Três Sigma, o que significaria 66.000 partes de falhas por milhão, é muito ruim, pois haveria uma quantidade muito alta de perda de vidas, enquanto que um processo com nível de qualidade Seis Sigma significaria 3,4 partes falhas por milhão (ROTONDARO, 2002).

Como outro exemplo, pode-se citar também, a implantação do PQSS na Motorola, que foi uma maneira de expressar seu objetivo de qualidade de 3.4 DPMO, em que uma oportunidade de defeito é um processo de falha crítica para o cliente (BREYFOGLE *et al.*, 2001).

Os projetos do PQSS podem frequentemente ajudar os processos a melhorar prazos. Gerentes que compreendem os benefícios do PQSS estão mais dispostas a investir tempo e recursos nos projetos para corrigir erros, mesmo que temporariamente isso possa significar uma pequena redução na produção. Ao planejar o futuro, pode ser possível modificar a produtividade e os prazos sem comprometer a satisfação do cliente. Isso quer dizer, uma vez que a solução seja encontrada, os benefícios ocorrem de forma duradoura (MULLAVEY, 2005).

Pande *et al* (2002) aborda no mínimo três grandes benefícios de se aplicar PQSS, mostrados na Tabela 6, que podem servir como referência para se aplicar PQSS nas empresas, dependendo do impacto que se quer ter, como principal incentivo:

- transformação do negócio, pois cria cultura de melhoria e visão na satisfação do cliente, obtendo um processo flexível para acompanhar as adaptações necessárias;
- melhoria estratégica, pois aumenta suas vantagens competitivas, aumento de desempenho na cadeia produtiva, elimina pontos fracos e cria oportunidades de negócio;
- solução de problemas, pois busca diminuição do tempo de processamento e aumento da lucratividade.

Tabela 6– objetivos de se aplicar Programa de Qualidade Seis Sigma

Objetivos	Descrição	Etapas
Transformar o negócio	Mudança na empresa	Identifica processos chaves
	a) Criar atitude focada no cliente	Define as necessidades dos clientes
	b) Desenvolver maior flexibilidade	Mede o desempenho atual
	c) Abandonar antigos paradigmas	Prioriza, analisa e implementa melhorias.
		Expande e integra o sistema PQSS
Melhoria estratégica	Foco em suas fraquezas e oportunidades	Define as necessidades dos clientes
	a) Acelera o desenvolvimento de produtos	Mede o desempenho atual
	b) Melhora eficiência da cadeia de suprimentos	Prioriza, analisa e implementa melhorias
	c) Desenvolve capacidade de <i>e-commerce</i>	Expande e integra o sistema PQSS
Solução de problemas	Determina áreas específicas de altos custos, retrabalho ou atrasos.	Prioriza, analisa e implementa melhorias
	a) diminui tempo de processamento	Expande e integra o sistema PQSS
	b) reduz falta de peças	
	c) diminui de contas a receber vencidas	

Fonte: Adaptado de Pande *et al* (2002).

Há pelo menos cinco ganhos, listados na Tabela 7, que podem ainda não estar explícitos, porém também contribui com grande resultados que descreve o valor do PQSS e seus benefícios às organizações (PANDE *et al*, 2002).

Tabela 7– resultados das verdades ocultas do Programa de Qualidade Seis Sigma

<b>Verdades ocultas</b>	<b>Resultados</b>
1. PQSS abrange um amplo conjunto de melhores práticas e habilidades de negócio que são ingredientes essenciais para o sucesso e o crescimento;	PQSS pode ser aplicado a muitas atividades e desafios diferentes de negócio, de planejamento estratégico de operações a serviços a clientes, e maximizar o impacto de seus esforços;
2. Existem muitas Estratégias PQSS. Seguir uma receita fixa, ou modelar seu esforço baseado na de outra empresa, é garantia de fracasso, ou perto disso;	Os benefícios do PQSS serão acessíveis quer para organização como um todo, ou apenas um departamento. Os esforços podem ser escalonados, de resolução de problemas específicos à renovação da organização como um todo;
3. Os ganhos potenciais do PQSS são igualmente, se não mais, significativos em organizações de serviços e atividades não fabris quanto o são em ambientes “técnicos”;	Encontrar oportunidades ainda pouco exploradas, e aptas a estender PQSS para além dos domínios da comunidade de engenharia;
4. PQSS diz respeito tanto a excelência de pessoas quanto a excelência técnica. Criatividade, colaboração, comunicação, dedicação, ou seja, PQSS pode inspirar e motivar melhor ideias e desempenho nas pessoas, e criar sinergia entre talentos individuais e proficiência técnica; além dos especialistas estatísticos.	Ganho de <i>insights</i> de como atingir um equilíbrio entre empurrar e puxar na produção, conciliar pessoas e exigir desempenho. Este equilíbrio é em que se encontra a verdadeira melhoria sustentada;
5. Executada de maneira correta, a melhoria PQSS é empolgante recompensadora. É muito trabalho, e não sem riscos também. Qualquer nível do esforço PQSS exige investimento de tempo, energia e dinheiro.	Significativos ganhos financeiros podem ultrapassar em valor pelos benefícios intangíveis. As mudanças de atitudes e entusiasmos que advêm dos processos melhorados e das pessoas mais bem informadas são frequentemente mais fáceis de serem observadas.

Fonte: Adaptado Pande *et al* (2002): Estratégia do Programa de Qualidade Seis Sigma

Outro ganho com PQSS é relatado por Anon (2003), que realizou um estudo de 13 empresas de alto desempenho nos Estados Unidos, em uma grande variedade de setores na indústria, relatando que empresas que tinham implantado PQSS, obtiverem um retorno financeiro dobrado em relação ao investimento feito.

Esses ganhos implícitos pelo PQSS podem estar relacionados com dois fatores:

1. Abrangência das melhores práticas que surte como resultado a possibilidade de ser aplicado a vários setores da empresa, como a peculiaridade que cada empresa possui para o sucesso, resultando em benefício para o setor ou inovação para empresa toda, como a flexibilidade de ser aplicável tanto no setor de serviço como setores de manufatura, encontrando oportunidades de desenvolvimento ainda pouco exploradas;
2. PQSS desenvolve o potencial e criatividade humano, obtendo como resultado um equilíbrio entre desempenho e recursos humanos, ou ainda o alto investimento para se obter verdadeiros ganhos.

Com isso, pode-se notar que PQSS é a ferramenta de gerenciamento de processo que produz os resultados de maiores impactos positivos. Além disso, PQSS é identificado como um programa de melhoria de processo que obtém resultados em escala maior do que em relação a outros programas de melhoria de processo (DUSHARME, 2006).

Sendo assim, pode-se dizer que PQSS traz grande resultados de melhorias, como também no caso relatado por Venanzi *et al* (2010), em que se constataram melhorias significativas nos principais indicadores de desempenho, de uma empresa automobilística, como tempo de desenvolvimento de projetos e melhoria nos resultados financeiros.

## **2.6 Implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma**

Os gestores da organização devem ser conscientes de que a implantação bem sucedida do PQSS exige não só compreensão técnica, mas também uma visão comportamental (LINDERMAN *et al*, 2003).

Dentre esses dois desafios, o técnico e o cultural têm que, enquanto o técnico envolve os conhecimentos necessários para o verdadeiro conhecimento do processo e a redução da variação, o cultural é muito importante e não pode ser desprezado, pois, pode-se destacar a busca pela eliminação de defeitos e a necessidade de envolvimento de todos os funcionários (PANDE *et al*, 2002).

Quanto à atividade de sua implementação, PQSS pode ser aplicável, tanto a processos de fabricação, em que o fluxo do produto é muito visível e tangível e há oportunidade para a coleta de dados, medições, como a processos administrativos, de serviços, ou transações, em que o fluxo do produto é mais difícil de ser visualizado e muitas vezes intangível, tendo poucas oportunidades para coleta de dados e medições (ROTONDARO, 2002).

Ainda segundo esse mesmo autor, ambos os processos permite-nos entendê-los melhor e determinar suas características, otimizá-los, controlá-los, e, portanto, eliminar a possibilidade de erros e falhas, abrangendo todas as atividades de uma empresa, e propondo ações de melhoria para todos os seus setores.

Nos estágios iniciais das atividades do PQSS, bem como na questão da liderança, Pande *et al* (2002) sugere oito responsabilidades mais importantes a serem assumidas pela alta gerência:

- desenvolver um raciocínio forte;
- planejar e participar ativamente da implementação;
- criar uma visão e um plano de marketing;
- ser defensores poderosos do programa;
- determinar objetivos claros;
- responsabilizar os líderes e a equipe;
- exigir medições concretas dos resultados;
- comunicar os resultados.

Para que possa ser concluída a fase de implementação do PQSS, há uma necessidade de se compreender seus princípios estruturais básicos: equipe, formada pela estrutura hierárquica dos “Faixas” e seus treinamentos, e a relação do PQSS com as metas estratégicas da organização.



### 2.6.1 Estrutura da equipe do Programa de Qualidade Seis Sigma

Além do grande arsenal de ferramentas estatísticas, outro diferencial do PQSS, é o time de especialistas para solução de problemas e melhoria da qualidade, conhecida como a estrutura das faixas, composta por: Campeão, Mestre Faixa Preta, Faixa Preta, Faixa Verde, em que recebem intenso treinamento em ferramentas estatísticas para utilizar nos processos e melhorar a variabilidade destes (LINDERMAN *et al*, 2003).

Foi convencionado chamar, cada membro hierárquico do PQSS, de Campeão, Mestre Faixa Preta, Faixa Preta e Faixa Verde, em que, o papel de um Campeão é direcionar o PQSS inteiro na empresa, o Mestre Faixa Preta é responsável por gerenciar uma equipe do PQSS e providenciar relatórios para o campeão. O Faixa Preta realiza grandes projetos e prepara relatórios para o Mestre Faixa Preta e por último, porem não menos importante, o Faixa Verde, que são responsáveis por realizar pequenos projetos (HO *et al*, 2008).

Haikonen *et al* (2004), explica de uma maneira clara a formação e representação de cada nível hierárquico do PQSS, em que está relacionado os papéis da estrutura dos “Faixas”s com os papéis dos respectivos cargos relacionados na empresa, conforme ilustrado na Figura 3.

Segundo este mesmo autor, os Executivos são representantes dos quadros superiores, que são responsáveis pela estratégia da empresa, normalmente com formação de um ou dois dias, para dar uma visão geral sobre a filosofia.

Os Campeões são vice-presidentes, Diretores e gestores do grupo, com formação estimada de cinco dias sobre a filosofia e metodologia, são líderes responsáveis pela seleção dos projetos adequados, recursos disponíveis, e responsabilidade por outros detalhes relacionados na gestão de projetos de melhoria.

Os Mestres Faixas Pretas ensinam, revisam e orientam níveis inferiores. Os critérios de seleção para o esses especialistas são habilidades quantitativas e a capacidade de boa comunicação para ensinar e orientar, com formação complementar de uma semana após trabalhar alguns anos como um Faixa Preta.

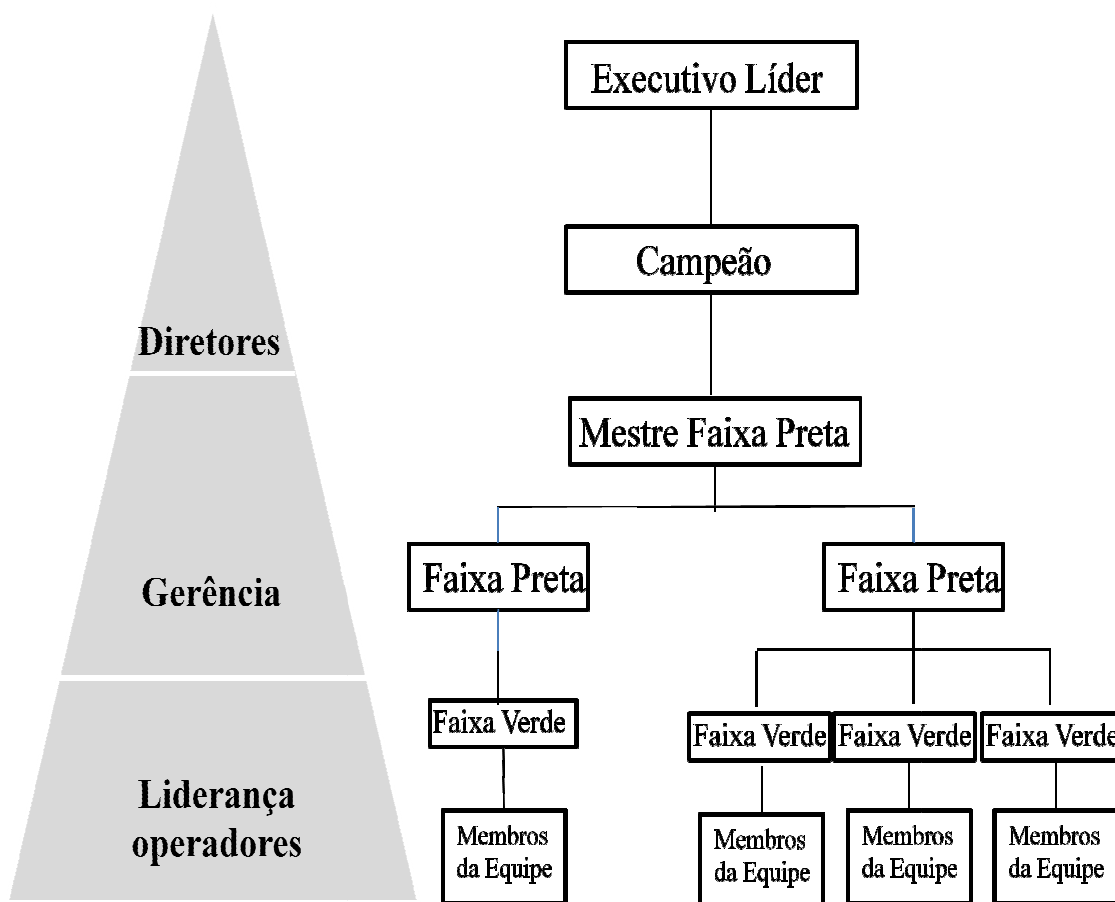


Figura 3– Estrutura hierárquica dos “Faixas”.

Fonte: adaptado de Ho *et al* (2008); Haikonen *et al* (2004).

Os Faixas Pretas são líderes de equipe, responsáveis por medir, analisar, melhorar e controlar a chave dos processos que tem influência na satisfação do cliente e/ou produtividade e crescimento. Um Faixa Preta tem potencial para ter uma sinergia de conhecimentos entre a sua área de trabalho e as ferramentas do PQSS, com estimativa de formação de quatro semanas de aprendizagem sobre PQSS. Geralmente trabalham em tempo integral dentro dos projetos PQSS, porém isso não é uma regra de sucesso.

Os Faixas Verdes são membros da equipe de base PQSS, com formação estimada de duas semanas para compreender a filosofia e a utilização da base das ferramentas utilizadas no PQSS.

Esses papéis não são todos obrigatórios, e sim uma há uma sugestão de que essa hierarquia seja o mais próximo do que se possa ter, já que pode haver algum acúmulo de tarefas entre as responsabilidades de cada nível, fazendo com que haja uma intersecção

entre os limites de cada papel hierárquico. A Tabela 8 traz detalhes de alguns exemplos de variações que podem ser vistos da estrutura hierárquica dos “Faixas” (PANDE *et al*, 2002).

Tabela 8 – Variações de papéis e títulos na hierarquia do Programa de Qualidade Seis Sigma

Papel “Genérico”	Estrutura dos “Faixas”	Responsabilidades de cada nível, podendo haver acúmulo de funções
Conselho de liderança	Conselho da qualidade, Comitê de gestão Seis Sigma	<p>Estabelecer os papéis da infraestrutura;</p> <p>Selecionar projetos específicos e alocar recursos;</p> <p>Rever o progresso dos projetos e fornecer auxílio;</p> <p>Patrocinador de projetos PQSS;</p> <p>Auxiliar a quantificar o impacto dos esforços PQSS sobre a linha de resultados da empresa;</p> <p>Avaliar o progresso e identificar pontos fortes e fracos da equipe;</p> <p>Compartilhar melhores práticas com toda a organização;</p> <p>Agir como “removedores de barreiras”;</p> <p>Aplicar as lições aprendidas e seus estilos pessoais de gerência.</p>
Patrocinador	Campeão, Proprietário de processo	<p>Determinar e manter metas amplas para projetos de melhoria a seu cargo e assegurar que estejam alinhados com prioridades de negócio;</p> <p>O <i>coaching</i> e a aprovação de mudanças no direcionamento e escopo do projeto, se necessário;</p> <p>Encontrar e negociar recursos para o projeto;</p> <p>Representar a equipe, perante o grupo de liderança, servindo como motivador da estrutura;</p> <p>Ajudar a resolver questões ou sobreposições que surgirem entre equipes ou com pessoas fora da equipe;</p> <p>Trabalhar com proprietários de processo para assegurar uma transição homogênea ao final de um projeto;</p> <p>Aplicar seu conhecimento adicionado de melhoria de processo a suas próprias tarefas de gerência.</p>

Líder de implantação	Diretor Seis Sigma, Líder da qualidade, Mestre Faixa-Preta	<p>Apoiar o grupo de liderança em sua atividade, incluindo comunicação, seleção de projetos e análise de projetos;</p> <p>Identificar e/ ou recomendar indivíduos / grupos em papéis-chave;</p> <p>Preparar e executar planos de treinamento, incluindo a seleção de currículos, cronogramas e logística;</p> <p>Ajudar patrocinadores a desempenhar seu papel de apoiadores</p> <p>Documentar progresso geral e levantar questões que necessitem de atenção;</p> <p>Executar o “plano de marketing” interno para a iniciativa.</p>
Instrutor ( <i>Coach</i> )	Mestre Faixa-preta ou Faixa-preta	<p>Comunicação com o patrocinador e o grupo de liderança;</p> <p>Estabelecimento e cumprimento de cronograma;</p> <p>Lidar com resistência ou falta de cooperação das pessoas;</p> <p>Estimar potencial e validar resultados efetivos;</p> <p>Resolução de desentendimentos, conflitos na equipe;</p> <p>Coleta e análise de dados sobre atividade da equipe;</p> <p>Auxiliar equipes a promover e celebrar seus sucessos.</p>
Líder de equipe	Faixa-preta ou Faixa-verde	<p>Rever e esclarecer o raciocínio do projeto;</p> <p>Desenvolver e atualizar projeto e plano implementação;</p> <p>Selecionar ou ajudar a selecionar membros da equipe;</p> <p>Identificar e procurar recursos e informações;</p> <p>Definir e ajudar no uso de ferramentas PQSS, bem como técnicas de gerência de equipes e de reuniões;</p> <p>Manter o cronograma do projeto e manter o progresso em movimento em direção à solução e resultados finais;</p> <p>Apoiar a transferência de novas soluções ou processos para operações em andamento, ao mesmo tempo em que trabalha com gerentes funcionais e/ ou proprietários do projeto;</p> <p>Documentar resultados finais e criar um histórico.</p>

Membro de equipe	Membro de equipe ou Faixa-verde	<p>Veículo para realizações dos esforços de melhorias</p> <p>Fornecem o “cérebro e músculos” adicionais para medição, análise e melhoria</p> <p>Ajudam a disseminar informações sobre ferramentas e processos PQSS</p> <p>Tornam-se parte da “força-reserva” para projetos futuros</p>
Proprietário de processo	Patrocinador ou Campeão	<p>Assume uma nova responsabilidade transfuncional para gerenciar um conjunto de passos de “ponta a ponta” que fornecem valor a um cliente interno ou externo</p> <p>Recebe a transferência de equipes de melhoria ou se torna o proprietário de processos novos e recém projetados.</p>

Fonte: Adaptado Pande *et al* (2002)

### 2.6.2 O papel do treinamento do Programa de Qualidade Seis Sigma

O treinamento , tanto inicial, como em bases permanentes, é um ingrediente-chave para se alcançar sucesso usando a estratégia PQSS. Deve ser colocado ênfase nas habilidades e métodos que o pessoal da empresa mais necessita para desempenhar suas tarefas, nas fases iniciais de esforço, e para planejar uma aprendizagem contínua que reforce tanto o conhecimento inicial quanto acrescente conhecimento mais avançado posteriormente (PANDE *et al*, 2002).

Segundo esse autor, há alguns princípios básicos, que podem ser seguidos para um sucesso de treinamento PQSS:

- enfatizar a aprendizagem na prática;
- fornecer exemplos e links relevantes ao mundo real;
- oferecer uma variedade de estilos de aprendizagem;
- fazer do treinamento algo mais do que aprendizagem;
- fazer do treinamento um esforço contínuo;
- planejar um conteúdo de treinamento PQSS;
- criar um modelo de conteúdo de treinamento do PQSS.

Gutierrez *et al* (2009), comentam que a criação de equipes especializada, tais como os Faixas Pretas e os Faixas Verdes para a realização de gestão dos projetos, ajudam a não sobrecarregar os gestores da empresa, o que auxilia no foco e conclusão dos objetivos dos projetos bem como em suas melhorias e evita conflitos devido aos multi-projetos. Para isso o uso de reuniões é de fundamental importância para integração da equipe e visão compartilhada da estratégia da empresa.

### **2.6.3 O papel da meta no Programa de Qualidade Seis Sigma**

A definição da meta para os objetivos PQSS, segundo Linderman *et al* (2003), começa nas fases iniciais de seus projetos de melhoria, com os dados coletados do processo, e pode ser definido tanto uma meta quantitativa, como um DPMO ou processo Sigma melhor, como uma meta qualitativa do processo, como melhores resultados financeiros ou ainda como base a satisfação do cliente, sendo que projetos de melhoria PQSS costumam usar objetivos explícitos para motivar o desempenho.

Segundo esse mesmo autor, quando a meta está claramente estabelecida e medida, PQSS pode desempenhar um papel significativo na compreensão da gestão da qualidade em geral ou em particular, evidenciando mais como uma ferramenta motivacional para os gestores do que qualquer outra abordagem. Esse papel desenvolve um entendimento do fenômeno PQSS sob uma perspectiva de meta teórica.

A utilização de metas teóricas desafiadoras, segundo o autor, ajuda a melhorar significativamente o desempenho da organização. A utilização eficaz dos objetivos das metas é um grande motivador da equipe, resultando em um melhor desempenho e comprometimento em se realizar as tarefas. Todavia, metas percebidas como demasiadamente difícil pelos membros da organização, podem resultar em níveis inferiores de compromisso, que por sua vez diminui o desempenho.

O nível de qualidade Sigma, também ajuda a definir um objetivo realista para melhoria da qualidade do processo durante o ciclo DMAIC, ou seja, usá-lo como uma ferramenta de benchmarking para atingir a meta. (KUMAR *et al*, 2008).

Após a implementação do PQSS e do ciclo de melhoria DMAIC, metas para melhoria são claramente definidas, com problemas e causas sendo identificadas. Os

parâmetros de processo em seguida, são otimizados para melhoria da qualidade, para que seja atingido o padrão de Seis Sigma (LO, TSAI & HSIEH, 2009).

Há investigações, segundo Kwak & Anbari (2006); Linderman, *et al* (2006), entre a relação de metas com a gestão da qualidade no contexto do PQSS. O uso de metas para os projetos do PQSS é de fundamental importância para resultados positivos, porém com resultados negativos se as metas não estiveram alinhadas com a estratégia da organização e as equipes não souberem trabalhar direito o PQSS.

Segundo esses mesmos autores, é preciso saber diferenciar um problema que realmente necessite o uso do programa, quando a solução não está aparecendo de forma clara e seja necessária uma análise mais aprofundada das causas; de problemas que a solução é mais simples, uma vez que as causas dos problemas aparecem de forma mais claras, não sendo necessárias análises mais profundas.

Ainda segundo esses autores, há uma necessidade por parte dos gestores de saber gerenciar a correta identificação e utilização das ferramentas de melhoria da qualidade e também as metas a serem definidas para o melhor aproveitamento do desempenho de sua equipe. Gerentes que fazem uma utilização eficaz dos objetivos podem regular a quantidade de conhecimento organizacional regulamentando as ações tomadas que são criadas através do PQSS.

Su & Chou (2008), resume a abordagem do PQSS com metas, observando a sólida estruturada do PQSS que melhora o desempenho em atingir metas através de melhoria contínua nos projetos. É preciso ter uma boa decisão nas viabilidades e prioridades na geração dos projetos para proporcionar lucro e satisfação do cliente.

Os autores ainda comentam que para potencializar os resultados do PQSS, o uso de outras ferramentas da qualidade, pode ser usado em conjunto com DMAIC, como por exemplo, um FMEA.

## **2.7 Diversidade de Aplicação do Programa de qualidade Seis Sigma**

PQSS pode ser aplicado em vários setores e segmentos diferentes, conforme observado na Tabela 9, em que há destaque de sucesso dos, em setor como financeiro, além do setor de manufatura, ou como também obteve grandes sucessos na implantação

em segmentos diferenciados do mercado, como bancos, além de indústria, fornecendo em ambos, ganhos financeiros muito altos (KWAK & ANBARI 2006).

Tabela 9– Ganhos com Programa de Qualidade Seis Sigma em setores e segmentos diferentes.

<b>Empresa/projeto</b>	<b>Métrica/medidas</b>	<b>Benefício/poupança</b>
Motorola (1992)	Níveis de defeito no processo	Redução de 150 vezes
Raytheon/aeronaves e sistemas de integração	Depósito, tempo de inspeção de manutenção	Reduzido tempo em 88%
GE/Railcar empresa de leasing	Tempo de reparação nas lojas	62 % de redução
Honeywell / laminados vegetal em Carolina do sul	Capacidade do ciclo	Aumento de até 50 %
	Tempo de inventario	Redução em 50 %
	Prazo de entrega	Abaixo de 50 % para perto de 100 %
Honeywell / bendix IQ travão almofadas	Conceito de envio (tempo de ciclo)	Reduzido de 18 para 8 meses
Sistemas de mísseis da aeronave Hughes grupo/ Operação de solda	Qualidade	Melhorado 1,000%/
	Produtividade	Melhorado 500 %
GE (General Electics)	Financeiros	US \$ 2 bilhões em 1999
Motorola (1999)	Financeiros	US \$ 15 bilhões ao longo de 11 anos
Dow - entrega projeto	Financeiros	Ganho de US\$ 2,45 milhões
Planta da DuPont/Yerkes em Nova Iorque (2000)	Financeiros	Ganho de mais de US\$ 25 milhões de
Telefônica de espana (2001)	Financeiros	Ganho de 30 milhões de euro nos primeiros 10 meses
Texas instrumentos	Financeiros	Ganho de US\$ 600 milhões
Johnson e Johnson	Financeiros	Ganho de US\$ 500 milhões
Honeywell	Financeiros	Ganho de US\$ 1.2 bilhões

Fonte: Adaptado de Kwak & Anbari, 2006



Kumar *et al* (2008) abordaram algumas das aplicações do PQSS, através de uma revisão bibliográfica, mostrada em detalhes na Tabela 10, e demonstrou uma grande flexibilidade de aplicação em setores e segmentos diferentes, através do sucesso alcançado por essas empresas, em que essa diversificação abrange, desde fábrica de produtos para confeitaria, passando por redução de defeitos em processos hospitalares, até ganhos financeiros com redução de custo em empresas químicas, distribuídas em continentes diferentes.

Tabela 10- Aplicações do Programa de Qualidade Seis Sigma na Indústria

<b>Referências</b>	<b>Aplicação na Indústria</b>
Hendricks e Kelbaugh (1998 )	Bem sucedida execução de vários projetos de PQSS que melhorou o lucro líquido
Lanyon (2003 )	Melhoria do processo HR usando o PQSS
Motwani <i>et al.</i> (2004)	Uma empresa química, que implementou o PQSS em uma grande base da corporação, em 2000, alcançou o sua meta de \$1,5 bilhão no ganho acumulado
Knowles <i>et al.</i> (2004)	Bem sucedida aplicação do PQSS em uma fábrica de produtos de confeitaria no Reino Unido
Banuelas <i>et al</i> (2005 ).	Uso do PQSS para reduzir os resíduos num processo de revestimento
Snee (2005)	Créditos para o PQSS que beneficiou a Motorola, Allied Signal, General Eletric, etc.
Edgeman <i>et al.</i> (2005)	Lucro obtido entre \$ 2 e 3 milhões de dólares no escritório do chefe de tecnologia oficial (OCTO), em Washington DC utilizando PQSS
Ehie e Sheu (2005)	Demonstra o valor do PQSS e teoria da restrição
Liu (2006)	Apresenta uma aplicação de PQSS para reduzir tempo de ciclo e defeitos no relatório de entrada de hospital
Mukhopadhyay e Ray (2006)	Usado PQSS para reduzir os fios de defeitos de embalagem

Fonte: Kumar *et al* (2008).

Em um estudo realizado por Goel & Chen (2008), é destacado a aplicação do uso de ferramentas estatísticas do PQSS no processo de reengenharia na *General Electric*, para controlar a qualidade e o desempenho de componentes individuais de um

processo, produto ou serviço. As ferramentas descritas neste estudo são como “caixas pretas”, que não oferecem uma solução, mas sim ferramentas de agregação de informações que melhorem a transparência do processo e fornece aos gestores uma visão mais abrangente de informações, que possam utilizar durante o processo de reengenharia.

Além das grandes empresas, pequenas e médias empresas também podem experimentar os benefícios significativos do PQSS, desde que fique bem definidas as metas organizacionais e que haja a criação de uma pequena lista de projetos de melhoria de alto impacto, e um pequeno número de pessoas para conduzir a conclusão dos projetos PQSS (DUSHARME, 2006; ANTONY *et al.*, 2005).

Foi realizado um estudo no Reino Unido entre 60 PMEs empresas na area de manufatura, (ANTONY *et al.*, 2005) obtendo as seguintes conclusões: 70% das PMEs pesquisadas, operam entre 2,8 e 4 sigma; 69% das PMEs utiliza o DMAIC; 80% das PMEs tem dificuldade em implantar o PQSS por falta de recursos. Ainda pelo mesmo estudo, foi levantado que as ferramentas mais utilizadas pelas PMEs eram: histograma, análise de causa e efeito e mapeamento de processo. Foi copreendido pelos pesquisadores que as ferramentas que oferecem representação visual e que identificam a causa raiz do problema, são mais fáceis de usar e agradam mais aos usuários do que as sofisticadas e complexas ferramentas estatísticas.

A adaptação em pequenas empresas, segundo Dusharme (2006), ocorre de maneira diferenciada e adaptada, em que pode não haver centralização sobre os sistemas de suporte ao PQSS que as grandes empresas vem utilizando, mas sim nos atributos compatíveis com seus sistemas. Isto quer dizer que uma empresa de 20 pessoas, provavelmente não pode liberar qualquer pessoa a submeter-se ao tipo de treinamento necessário para obter os títulos da hierarquia dos “Faixas”.

No entanto, ainda pelo mesmo autor, as pequenas empresas podem trazer um Mestre Faixa Preta, como um consultor, para liderar a implantação. Essa pessoa seria responsável por ensinar aos funcionários, as tecnologias, ferramentas e conceitos de liderança PQSS, sendo que essa formação poderia ser complementada, enviando, estrategicamente, alguns funcionarios para cursos gratuitos de PQSS mais básicos.

Considerando o fato de que a globalização faz com que as empresas operem como uma rede, a competitividade das PMEs afeta a posição competitiva de uma economia como um todo, já que o sucesso das grandes empresas depende, entre outras, da qualidade de matéria-prima ou serviços recebidos de seus fornecedores, que em boa parte, são constituídos por PMEs (WESSEL & BURCHER, 2004)

## **2.8 Fatores de sucesso na implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma**

A base do sucesso da implantação do PQSS está relacionada com sua estrutura hierárquica dos “Faixas” e disciplinada de melhoria, incluindo sua principal sistemática de melhoria, o ciclo DMAIC, sendo que há algumas questões chaves para tal sucesso, visto na literatura, sob o ponto de vista de vários autores, como será apresentado a seguir.

Segundo Pande *et al* (2002), podem existir cinco passos básicos para o sucesso da implantação do PQSS em uma organização:

- identificar processos essenciais e pontos chaves para o cliente;
- definir as necessidades dos clientes;
- medir o desempenho atual;
- priorizar, analisar e implementar melhorias;
- gerenciar os processos para melhor desempenho PQSS.

Após identificar alguns etapas básicas na implementação, o próximo passo para o sucesso, é identificar as ferramentas a serem utilizadas para a melhoria, seguido pela etapa de entender as operações globais e definir planos de prioridades para o projeto proposto. Uma maneira de entender essas operações globais é através do desenvolvimento de um mapa de processo, o que facilita a compreensão do sigma do processo. (HALES & CHAKRAVORTY, 2006).

Uma das primeiras etapas no processo de melhoria é de medir o Sigma do processo atual. Isso é feito definindo os defeitos do processo atual sob a perspectiva dos requisitos do cliente. Essas medidas são convertidas para DPMO (Defeitos por Milhão de Oportunidades) e depois para o processo atual Sigma. Como uma orientação básica,

a regra de melhoria de 10 vezes, é frequentemente usada para estabelecer a meta de redução de defeito (LINDERMAN *et al*, 2003). Por exemplo, se o dado de base da linha de um processo tem um DPMO de 66.000, então o objetivo de melhoria é de 6.600 DPMO.

Segundo Ho *et al* (2008), que realizou uma pesquisa na literatura, identificou não só cinco, mas sim 14 fatores-chaves para se alcançar o sucesso na implementação do PQSS e validou sua pesquisa através de um questionário aplicado em uma empresa, cuja atividade principal é a manutenção e reparação de aeronaves, motores e componentes, com uma receita de aproximadamente 235 milhões de dólares e 1600 funcionários, em 2006, do qual, um grupo de mais de 200 funcionários recebeu treinamento em PQSS. Este grupo que respondeu ao questionário, que incluía 70 perguntas, com base nos 14 fatores chave de sucesso, que são:

- Tem que haver compromisso e participação da administração;
- Estratégia de negócios com base nas exigências do cliente;
- Estabelecimento do quadro de PQSS;
- Execução e acompanhamento do projeto ao resultado;
- Investimento de recursos essenciais;
- Investimento na formação de um quadro para formadores e mentores (como Faixa Preta);
- Sistema de Incentivo e recompensa;
- A utilização da análise de dados com dados que facilmente podem ser obtidos;
- Atenção para metas de longo e a curto prazo;
- Coordenação com gestão de sistema da informação;
- Projetos alinhados com a estratégia da empresa;
- Cooperação e comunicação;
- Utilização de ferramentas PQSS;
- Eficácia dos materiais de ensino na formação de alunos Faixa Verde.

Quanto à questão cultural, para projetos PQSS bem sucedidos, incluem envolvimento de gerenciamento e compromisso organizacional, gerenciamento e seleção de projetos e habilidades de controle, mudanças culturais e formação contínua.

Noções básicas sobre os principais recursos, obstáculos, e deficiências do PQSS, fornece oportunidades para profissionais implementar projetos de PQSS. Os aspectos estatísticos do PQSS devem complementar as perspectivas de negócios e desafios para a organização para implementar projetos PQSS com êxito. (KWAK & ANBARI, 2006).

Outro ponto chave importante para o sucesso da compreensão PQSS, é identificar os limites dentro dos quais os membros da equipe vão trabalhar. Sem limites claros, projetos PQSS podem cortar em toda a organização, muitas vezes desnecessariamente. Se o seu objetivo inicial era drenar o pântano, manter o seu projeto de âmbito limitado à área imediatamente ao redor do pântano, ou você pode acabar tentando resolver a fome no mundo (MULLAVEY, 2005).

## **2.9 Fatores de dificuldade na implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma**

Há de se tomar cuidado com euforia da iniciativa de melhoria de qualidade do PQSS, pois embora muitas empresas atribuíssem sucesso ao Programa de Qualidade Seis Sigma, há um significativo número de empresas que não conseguem obter quaisquer benefícios mensuráveis após execução desse programa de qualidade, (KUMAR *et al*, 2008).

Isso se deve ao fato de que não são todos os processos que devem operar em nível de Seis Sigma. O nível apropriado depende da importância estratégica do processo e o custo da melhoria relativo para o benefício. Se um processo é ao nível dois ou três sigma, poderá ser mais facilmente atingir o nível de quatro Sigma. Entretanto, que para se alcançar cinco ou seis Sigma exigirá muito mais esforço e mais ferramentas estatísticas sofisticadas, com um custo mais elevado. O esforço e a dificuldade aumentam exponencialmente à medida que o Sigma do processo aumenta (LINDERMAN *et al*, 2003).

Em última análise, segundo esse mesmo autor, o retorno do investimento para o esforço de melhoria e a importância estratégica do processo, determinará se o processo deve ser melhorado e o alvo apropriado de nível sigma como um objetivo. Uma etapa fundamental em qualquer melhoria de PQSS é determinar exatamente o que o cliente

exige e, em seguida, definir defeitos nos termos de seus parâmetros, crucial para a qualidade e satisfação do cliente.

Apesar de serem relatados vários casos de sucesso com projetos PQSS, Hindo (2007) relata casos de empresas em que não obtiveram sucesso com a implementação, devido seus projetos terem sido executados de forma errada, o que resultou em uma grande perda na área de desenvolvimento e inovação.

Relacionado a esse fato, há alertas para o uso inadequado do Programa de Qualidade Seis Sigma, segundo Deleryd (1999), as tomadas de decisões erradas, devido ao uso inadequado das medidas de capacidade do processo, pode ter, na maioria das vezes, consequência negativa na obtenção dos resultados esperados.

Outro alerta vem de Zimmerman & Weiss (2005), através de uma pesquisa, que demonstrou satisfação de resultados com o PQSS, em que apesar de 50% das empresas terem satisfação com os resultados obtidos utilizando o programa de projetos PQSS, 20% pouco satisfeitos e 30% insatisfeitos.

Schneiderman (1999), afirma não gostar do PQSS devido sua complexidade e ambiguidade na compreensão, o que torna difícil um aceite para testar o que incluir como oportunidade para um defeito. Este autor também observa que as oportunidades não são classificadas pela importância para o cliente.

Kwak & Anbari (2006) colocam basicamente três principais esferas de obstáculos e mudanças na qual o PQSS pode sofrer em sua implantação:

- quanto à questão estratégica, pois o PQSS não é uma solução universal para todas as questões do negócio;
- quanto à questão cultural, ou seja, é preciso compreender que um plano de gestão de mudança global são susceptíveis de falha;
- quanto aos treinamentos dos funcionários, isto é, deve fazer parte de uma abordagem integrada, em que o programa de “Faixas” deve começar a partir do topo e ser aplicado a todo o organização.

Outro motivo em que deve ser considerado como grande dificuldade no crescente aumento da implementação do PQSS e causador de grande número de implementações falhas podem ser atribuídos à falta de um modelo de implementação,

ou seja, sobre como efetivamente orientar a execução dos passos do Programa de Qualidade Seis Sigma nas empresas (CHAKRAVORTY, 2009).

Gopal (2008) aborda que uma das razões de falha na implementação do PQSS em muitas companhias era devido à falta do compromisso da gerência. A gerência empurrou simplesmente PQSS para os funcionários, e não se tornou pessoalmente envolvida no processo da execução.

Mullavey (2005) descreveu dez razões relacionadas com a dificuldade nas implementações do PQSS:

- PQSS não é apenas para a fabricação, é aplicável a todas as organizações interessadas em eficiência e aperfeiçoamento;
- Muitos querem implementar PQSS, mas não fornece todos os recursos necessários;
- As organizações estão propensas ao fracasso quando os gerentes determinam como os trabalhadores devem realizar seus trabalhos;
- Falta de maturidade organizacional pode prejudicar a disciplina dos projetos do PQSS e levar ao fracasso. Maturidade vai junto com a mudança cultural;
- Se o seu projeto PQSS não é realmente um projeto PQSS, é fadada ao fracasso;
- Seu esforço PQSS irá falhar se você não reservar tempo e recursos necessários;
- Quando os limites da imaturidade não são ultrapassados para todos que precisam estar envolvidos, os problemas permanecem entrincheirados, e o esforço PQSS falha;
- Os líderes de equipe podem receber horas de instrução em sala de aula, mas o fracasso é certo se não entender completamente como usar as ferramentas;
- PQSS falha em muitas organizações, devido a uma simples falta de reconhecimento por seus sucessos e reconhecimento dos membros da equipe que conseguiram atingir suas metas;
- PQSS falha quando os seus proponentes não comunicam as razões para PQSS em primeiro lugar.

Existe ainda outro fator, relacionado ao porte da empresa, em que o PQSS inicialmente foi desenvolvido para melhorar o processo de grande empresas, em que há um grande volume de produção e repetibilidade, em que grandes empresas podem treinar uma unidade corporativa em Campeões, Faixas Pretas e Faixas Verdes. Já as pequenas empresas, muitas vezes não tem essa oportunidade do alto investimento em mão-de-obra e estrutura, o que pode dificultar a implantação em pequenas empresas, além do fato da repetibilidade ser menor, devido ao volume de produção mais baixo (DUSHARME, 2006).

Há também outro problema, relacionado ao fluxo de caixa para o PQSS em empresas menores, pois se esses programas não são habilmente implementados, os benefícios do PQSS pode ser não ser recompensador, não obtendo o retorno financeiro esperado, Foster (2007), ou ainda, as melhorias realizadas pelo PQSS, podem custar mais do que a melhoria adquiridas pela unidade, por causa da aplicação incorreta (GUPTA, 2008).

## **2.10 Ferramentas do Programa de Qualidade Seis Sigma**

Há uma abordagem na literatura, em que a utilização das ferramentas da qualidade pelo PQSS não são novas, porém são utilizadas sob uma nova sistemática e disciplina, que apenas o PQSS consegue fornecer, que será abordado a seguir.

PQSS utiliza muitas ferramentas para conseguir atingir a melhoria desejada no processo, que incluem CEP (Controle Estatístico de Processos), ANOVA (Análise de Variância), Histogramas, Gráficos de Pareto, entre outras (KELLER, 2005; MONTGOMERY, 2004).

Dentre as ferramentas utilizadas no ciclo de melhoria do PQSS, encontra-se várias publicações (BREYFOLGE III, 1999; PANDE *et al.*, 2002; ROTONDORO, 2002; WERKEMA, 2002; PYZDEK, 2003;) dedicadas parte de seus conteúdos para demonstrar em quais etapas as ferramentas podem ser utilizadas, conforme demonstrado Tabela 11. Algumas ferramentas ainda podem ser indicadas para serem utilizadas em mais de uma etapa, percebendo a existência de uma superposição entre elas.



Tabela 11 – Principais ferramentas utilizadas nas etapas de melhoria do PQSS

Etapas do ciclo	Principais ferramentas utilizadas
<b>Definir</b>	Dados internos da empresa, objetivo, dados financeiros, metas; Dados do cliente; Análise custo-benefício; Priorização dos processos críticos do negócio; Mapeamento do macro processos prioritários; QFD ( <i>Quality Function Deployment</i> ). <i>Levantamento da voz do cliente</i> <i>Fluxograma do processo</i>
<b>Medir</b>	Análise do sistema de medição; Cálculo de capacidade do processo; Ferramentas estatísticas base. Histograma Pareto Diagrama de dispersão
<b>Analisar</b>	FMEA; Estatística avançada (provas de significância estatística) Brainstorming Diagrama de causa e efeito Análise multivariada
<b>Melhorar</b>	Planos de ação; Manufatura enxuta; Cálculo da nova capacidade do processo; Delimitação de experimentos (DOE). Pilotos Protótipos
<b>Controlar</b>	Elaboração dos novos procedimentos; Gráficos de controle por variáveis e atributos; CEP para pequenos lotes; Padronizar os procedimentos. Reuniões

Fonte: adaptado de Breyfolge III (1999); Pande *et al.* (2002); Rotondoro (2002); Werkema (2002); Pyzdek (2003).

Os padrões de ferramentas estatísticas da qualidade são incorporados na estruturação do método de melhoria do PQSS conforme necessário. Para isto, linhas de guia propõem uma integração de ferramentas adequadas em cada etapa do método. Este cuidado de integração de ferramentas com o método é exclusivo do PQSS (LINDERMAN *et al*, 2003).

Essa integração com o PQSS é realizada através do ciclo de melhoria, usualmente conhecido como DMAIC. Este ciclo de melhoria cria uma aproximação padronizada e disciplinada de resolver problema que tem como ponto marcante, na medição e na análise dos dados estatísticos, focalizando na redução da variação e nas métricas chaves do problema (LTCOL, 2004).

A seguir será abordado de com mais detalhes, algumas das ferramentas que podem ser utilizadas em conjunto com o PQSS no ciclo de melhoria DMAIC, tendo em vista que pode ser utilizada também ferramentas para melhoria de outros programas, como por exemplo ferramentas da Produção Enxuta ou Manutenção Produtiva Total, entre outros.

### **2.10.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Conforme descrito por Puente *et al* (2002), FMEA foi desenvolvido pela NASA por volta do ano de 1963, para identificar de forma sistemática, falhas potenciais em sistemas, processos ou serviços antes que as mesmas ocorram, tendo como objetivo identificar o maior número possível de todos os modos de falhas dentro de um projeto do produto e do processo, de tal forma que elas possam ser eliminadas ou mantidas sob controle, ou tenham seus efeitos atenuados para obter um processo mais estável ao longo do tempo, sendo que há dois tipos de FMEA: de produto e de processo (FREITAS E COLOSIMO, 1997).

Mesmo tendo surgido na década de 1960, o FMEA somente passou a ser utilizado de forma mais abrangente na década de 1977, quando passou a ser utilizada pela Ford, e desde então se tornou uma grande aliada na melhoria de processo, podendo ser utilizada em conjunto com o PQSS (GILCHRIST, 1993)

Segundo Fernandes & Rebelato (2006), essa ferramenta avalia a severidade e à priorização de quais modos de falha acarretam os maiores riscos ao cliente e que,

portanto, merecem maiores atenção, com base em três elementos: severidade; ocorrência e detecção, em que a Figura 4 ilustra o funcionamento da análise FMEA, em que há uma definição para cada coluna e, abaixo, um fluxograma que mostra a ordem de preenchimento do formulário baseada em perguntas que devem ser feitas pelo grupo em cada etapa.

Cod_pec : Nome da Peça: Data: Folha No. _____ de _____											<input type="checkbox"/> FMEA de Processo <input type="checkbox"/> FMEA de Produto					
Descrição do Produto/ Processo	Função(ões) do produto	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	Índices				Ações de Melhoria						
						S	O	D	R	Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Medidas Implantadas	Índices Atuais			
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
Produto/ Processo objeto de análise	Função e/ou características que devem ser atendidas pelo produto. Ex.: Suportar o conjunto do eixo.	Forma e modo como as características ou funções podem deixar de ser atendidas. Ex.: Desbalanceado, Rugoso, Trincado...	Efeitos (conseqüências) do tipo de falha, sobre o sistema e sobre o cliente. Ex.: vazamento de ar, ruído, desgaste prematuro, etc...	Causas e condições que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial. Ex.: Erro de montagem, falta de lubrificação, etc...	Medidas Preventivas e de detecção que já tenham sido tomadas e/ou são regularmente utilizadas nos produtos/processos das da empresa.	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 C Ã O	R I S C O S	Ações recomendadas para a diminuição dos riscos	Responsável e Prazo					

**FLUXOGRAMA**

Quem está sendo analisado? → Quais funções ou características devem ser atendidas? → Como a função ou característica pode não ser cumprida? → Que efeitos tem este tipo de falha? → Quais poderiam ser as causas? → Quais medidas de prevenção e descoberta poderiam ser tomadas? → S → O → D → R → Quais os riscos prioritários? → Quais medidas podem ser tomadas para atenuar os riscos?

S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos

Figura 4 – Estrutura esquemática de uma FMEA

Fonte: (<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>)

### 2.10.2 Folha de controle

Uma folha de controle, ilustrado um exemplo fictício na Figura 5, pode ser útil na atividade de coletar dados operacionais históricos ou atuais sobre o processo de investigação. Ao planejar uma folha de controle, é importante especificar claramente o tipo de dados a serem coletados, o número da parte ou operação, a data, o analista, e quaisquer outras informações úteis ao diagnóstico da causa de um fraco desempenho. Se a folha de controle é a base para se realizar mais cálculos ou se é usada como uma folha de trabalho para entrada de dados em um computador (MONTGOMERY, 2004).

FOLHA DE CONTROLE																		
DADOS DE DEFEITOS PARA 2007-2008																		
Parte n: YZX-18																		
Localização: Delta																		
Data do estudo: 6/5/08																		
Analista: funcionário C																		
	2007												2008					Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
Partes danificadas	1		3	1	2		1		10	3			2	2	7	2	34	
Problemas de máquina		3	3				1	8		3			8	3			29	
Partes fornecidas enferrujadas		1	1		2	9											13	
Revestimento insuficiente	3	6	4	3	1												17	
Solda desalinhada	2																2	
Processamento fora de ordem	2													2			4	
Parte errada produzida	1						2										3	
Carenagem sem acabamento		3															3	
Falha do adesivo			1							1			2		1	1	6	
Anodização com produto em pó				1													1	
Pintura fora dos limites					1									1			2	
Tinta danificada		1															1	
Películas nas partes					3		1	1									5	
Latas de tinta de base danificada							1										1	
Porosidade na fundição								1	1								2	
Composto de laminado									2								2	
Dimensões incorretas										13	7		13	1		1	36	
Procedimento de teste impróprio									1								1	
Falha no Spray salinizado													4				4	
TOTAL	4	5	14	12	5	9	9	6	10	14	20	7	29	7	7	6	166	

Figura 5– Folha de controle: defeitos em um tanque aeroespacial

### 2.10.3 Diagrama de Ishikawa

Também conhecido como diagrama de causa-e-efeito, ilustrado na Figura 6, é uma ferramenta em que se obtém a solução dos problemas. Geralmente utilizada em situações em que as causas não são óbvias, o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta frequentemente útil na eliminação de causas potenciais. Um diagrama de causa-e-efeito muito detalhado pode ser muito eficiente para localizar e reparar defeitos. Além disso, a construção dessa ferramenta como uma experiência de grupo, tende a levar as pessoas envolvidas a atacar o problema e não a atribuir culpa, tendo sete passos em sua construção (MONTGOMERY, 2004):

- defina o problema ou defeito a ser analisado;

- forme a equipe para realizar a análise (em geral a equipe descobrirá causas potenciais em sessões de brainstorm);
- desenhe a caixa de defeito e a linha central;
- especifique as principais categorias de causas potenciais e coloque-as em caixas, ligadas a linha central;
- identifique as causas possíveis e classifique-as nas categorias do passo 4;
- ordene as causas para identificar aquelas que parecem mais prováveis de causar impacto sobre o problema;
- adote ações corretivas.

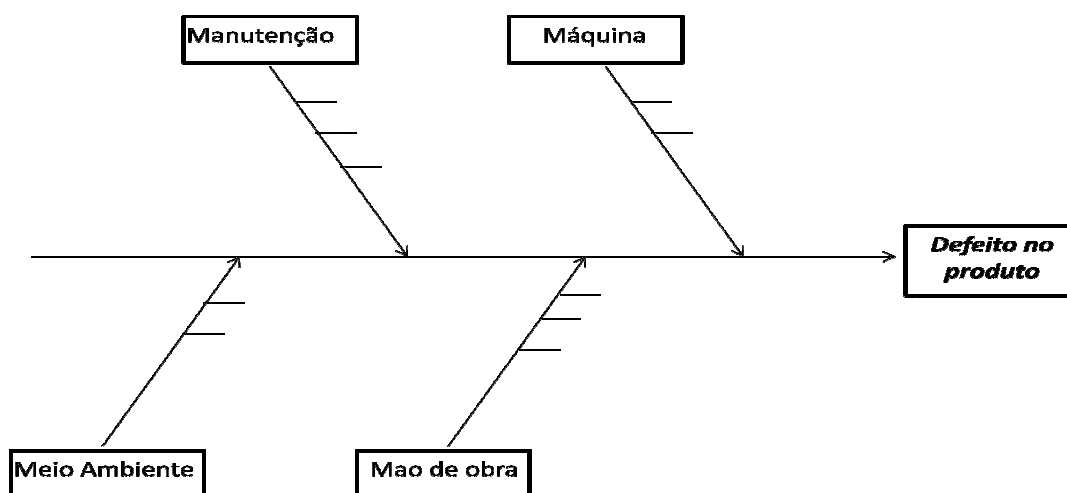


Figura 6 – Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito

Fonte: Montgomery (2004)

#### 2.10.4 Gráfico de Pareto

Muito usados em aplicações industriais de métodos de melhoria da qualidade, em qualquer setor da empresa, é uma distribuição de frequência (ou histograma) de dados com atributos, organizados por categoria conforme ilustrado na Figura 7, que tem como vantagem, a facilidade do usuário poder identificar rapidamente e visualmente, os tipos de defeitos que ocorrem com mais frequência, e como desvantagem, não identifica automaticamente os defeitos mais importantes (MONTGOMERY, 2004).

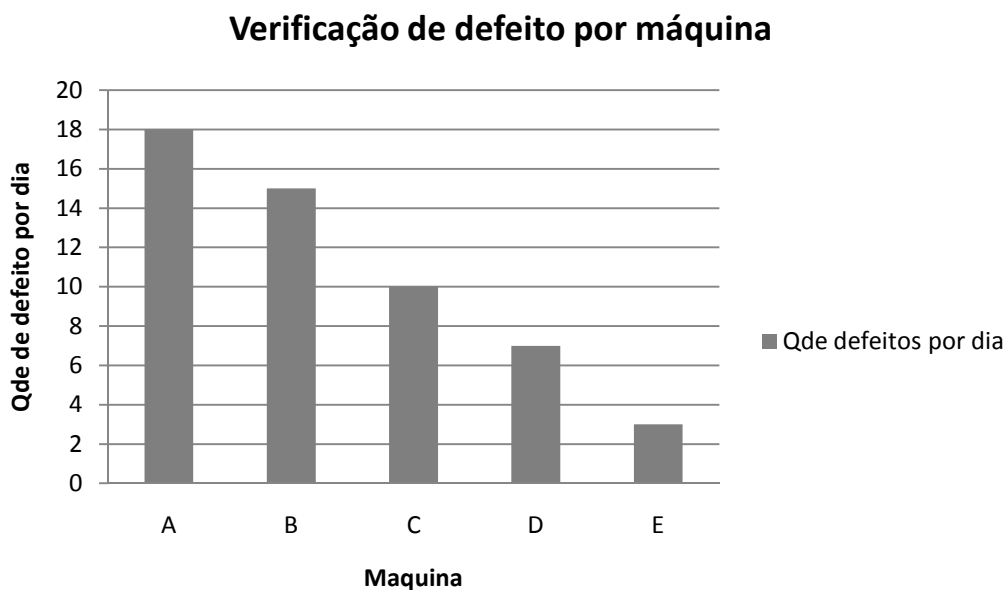


Figura 7 – Gráfico de Pareto para defeito de máquina

Fonte: adaptado Slack *et al* (2008)

Segundo esse mesmo autor, quando a lista de defeitos contém uma mistura daqueles que podem ter consequências extremamente sérias, com outros de muito menos importância, um dos dois métodos podem ser usados:

- esquema de ponderação para modificar as contagens de frequência;
- acompanhar a análise do gráfico de Pareto de frequência com um gráfico de Pareto de custo ou de exposição.

### 2.10.5 Gráfico de controle

Para melhorar a qualidade e a produtividade, deve-se lidar com fatos e dados, e não simplesmente confiar em julgamentos, pois os processos, naturalmente, não operam em um estado sob controle, e o uso de gráficos de controle, ilustrado na Figura 8, desenvolvido inicialmente nos anos 20, pelo Dr. Walter A. Shewhart, do *Bell Telephone Laboratories*, é um passo importante para estabilizar o desempenho do processo (MONTGOMERY, 2004).

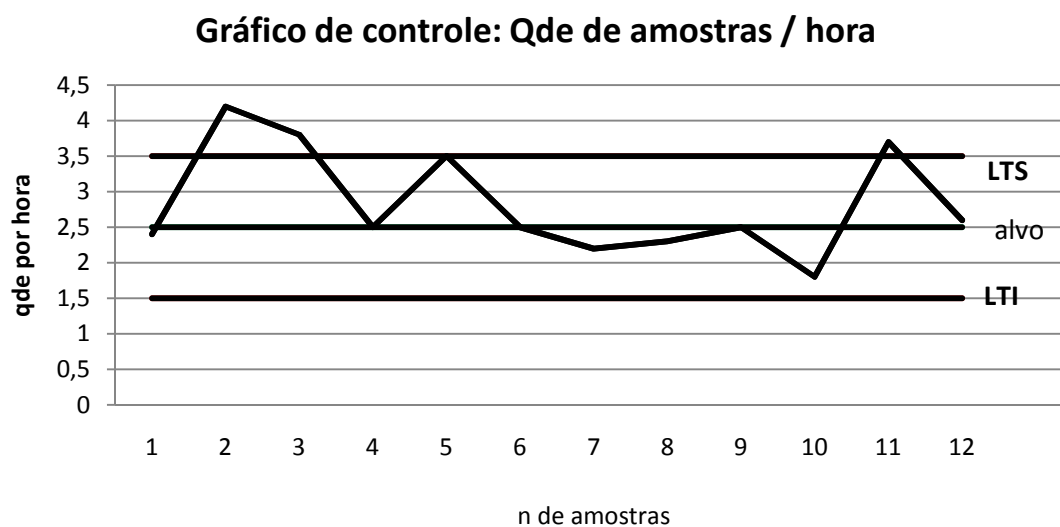


Figura 8 – Exemplo de gráfico de controle

Fonte: Montgomery (2004)

Segundo esse mesmo autor, o gráfico de controle possui um alvo (média), e dois limites de tolerância, superior (LTS) e inferior (LTI), para monitoramento on-line do processo, em que há basicamente cinco utilidades:

- melhoria da produtividade;
- prevenção de defeitos, detectando rapidamente a ocorrência de causas especiais das mudanças do processo, de modo que a investigação do processo e a ação corretiva possam ser realizadas antes que muitas unidades não conformes sejam fabricadas;
- estimar os parâmetros de um processo de produção e, através dessa informação, determinar a capacidade do processo;
- informação de diagnóstico, úteis a melhoria do processo;
- ajuste desnecessário do processo, podendo distinguir um ruído de fundo e uma variação anormal, tornando-se uma ferramenta eficaz para diminuição da variabilidade do processo.

Pande *et al* (2002) sugere, para monitoramento on-line, de um processo que operam sob condições normais e está sujeito a variações aleatórias, cinco indicações de diversas situações que indiquem que este processo está fora do controle, identificando-os como tipos de alarme para gráficos de controle:

- Pontos discrepantes; qualquer ponto fora dos limites de controle;

- Tendências; uma série de pontos em contínua ascensão ou queda;
- Deslocamentos; sequência contínua de pontos acima ou abaixo da média;
- Ciclos ou periodicidade; uma série de pontos alternadamente altos e baixos ou tendências de ascensão e queda formando “ondas”;
- Propensões; situação em que os pontos traçados no mapeamento caem continuamente junto a linha média (alvo) ou a qualquer dos limites de controle.

Além das indicações sugeridas por Pande *et al* (2002), como conjunto de regras de decisão para poder detectar padrões não aleatórios de comportamentos nos gráficos de controle, Montgomery (2003) aborda as regras de Western Electric, a qual indica quatro tipos de alarme para saber se o processo estaria fora de controle:

- um ponto cair fora dos limites de três sigma;
- dois de três pontos consecutivos caírem fora dos limites de dois sigma;
- quatro de cinco pontos consecutivos caírem a uma distância de um sigma ou além da linha central;
- oito pontos consecutivos caírem em um lado da linha central

#### **2.10.6 CEP (Controle Estatístico do Processo)**

Se um cliente tem expectativa com a qualidade de um produto, serviço ou processo, este deve ser produzido de forma que seja estável ou replicável. Mais precisamente, o processo deverá ser capaz de operar com pequena variabilidade em torno da média ou nominal das características da qualidade do produto (MONTGOMERY, 2004).

O CEP é um conjunto de ferramentas de resolução de problemas, para atingir a estabilidade e melhoria da capacidade do processo, através da redução da variabilidade (MONTGOMERY, 2004), através do controle da qualidade, que tem como prática a coleta, análise e interpretação dos dados dos processos para a utilização nas atividades de melhoria e controle (SIQUEIRA, 1997).

A estrutura da ferramenta CEP, ilustrado na Figura 9, tem como base, pensamentos e ferramentas estatísticas, que apoiam seus dois pilares, o primeiro está relacionado com dados por amostragem, utilizando ferramentas estatísticas, diminuindo



a verificação de 100% do lote e ensaios destrutivos. O segundo pilar é a melhoria contínua, que permanece com o foco no processo e controla os erros no momento exato em que eles acontecem. Esses pilares contribuem para um melhor resultado e diminuição de custos provindos de erros do processo (CARVALHO *et al*, 2005).



Figura 9– Base e pilares do CEP.

Adaptado de Carvalho *et al* (2005)

O CEP tem como objetivo, com ajuda das ferramentas descritas nas seções anteriores, manter o processo dentro de uma faixa de variação previsível, ou seja, manter o processo com um desempenho estável (PANDE *et al*, 2002).

Segundo esse mesmo autor, a relação do CEP com o PQSS, possui basicamente três empregos significativos:

- nas atividades de medição de um projeto, ajuda a identificar o tipo e a frequência de problemas ou de condições “fora de controle”;
- nas fases melhorar e / ou controlar, ajudam no rastreamento de resultados, mostrando como variações e o desempenho foram afetados e talvez até indicando áreas adicionais a serem investigadas;
- operam como sistema de alarme, alertando o observador para quaisquer atividades não normais.

### 2.10.7 DMAIC

O ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*), adotado pela GE, foi uma evolução do modelo desenvolvido inicialmente pela Motorola, o MAIC,

cuja evolução vem do método introduzido por Deming, o ciclo PDCA (*plan, do, check, act*), um dos exemplos mais populares de ciclo de melhoria que tem sido utilizado na melhoria de processo (ROTONDARO, 2002). Segundo esse mesmo autor, o ciclo DMAIC passou a ser a base operacional das melhorias do PQSS, e está centrado na identificação dos problemas-bases para a seleção dos projetos a serem executados.

O ciclo DMAIC foi desenvolvido para eliminar defeitos na produção ou de processos de serviço e foi desdobrado para ser adaptado no DFSS (*Design for Six Sigma*), que foi desenvolvido para permitir às empresas projetar novos ou redesenhar os processos que não eram capazes de alcançar metas, mesmo depois que eles tinham sido melhorados (HO *et al*, 2008).

Mortimer (2006) considerou o ciclo DMAIC como sendo essencial no programa de melhoria da qualidade do PQSS, e apropriada para se aplicar melhorias do negócio.

Conforme Rotondaro (2002), Tabela 12, por exemplo, está especificado cada fase com seus respectivos conceitos e as principais atividades de cada passo, relacionando ainda um conjunto de algumas principais ferramentas mais utilizadas, respectivamente em cada etapa do ciclo de melhoria DMAIC.

Tabela 12– Passos de cada fase DMAIC e suas principais ferramentas mais utilizadas

Fase	Conceito	Passos
<b>D- Definir</b>	<p>Consiste em definir claramente qual o “efeito” indesejável de um processo que deve ser melhorado ou eliminado;</p> <p>Fundamental para a metodologia, pois parte da visão do cliente, levando-a para dentro da organização;</p> <p>Eliminar problemas que estão relacionados com a estrutura do processo, em que há uma inter-relação entre as várias atividades de produção, suporte, entrega, que chega até a satisfação do cliente, lucro,</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir quais são os requisitos do cliente e traduzi-los em características críticas para a qualidade (CTQ);</li> <li>2. Montar uma equipe preparada para aplicar as ferramentas;</li> <li>3. Identificar processos que se relacionam com as CTQs do cliente e os que estão gerando resultados ruins, como reclamação de cliente, problemas funcionais, alto custos de mão de obra, baixa qualidade suprimentos;</li> <li>4. Realizar uma análise de custo-benefício;</li> <li>5. Escrever a proposta do projeto e submeter à aprovação da gerência da empresa.</li> </ol>

<b>M- Medir</b>	Trabalhar com fatos e dados. Essa etapa é para mapear e medir as variáveis principais;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapear o processo e subprocessos envolvidos com o projeto, definindo as entradas e as saídas. Estabelecer as relações <math>Y = f(x)</math>;</li> <li>2. Analisar o sistema de medição de modo a ajustá-lo as necessidades do processo. Coletar dados do processo por meio de um sistema que produza amostras representativas e aleatórias</li> </ol>
<b>A- Analisar</b>	<p>Analisar os dados coletados com utilização de ferramentas da qualidade e ferramentas estatísticas;</p> <p>As causas óbvias e não óbvias que influem no resultado do processo devem ser determinadas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analisar os dados coletados utilizando-se de ferramentas estatísticas, de modo a identificar as causas óbvias e as causas não óbvias;</li> <li>2. Definir a capacidade Seis Sigma do processo atual e estabelecer os objetivos de melhoria do projeto.</li> </ol>
<b>I- Melhorar</b>	<p>Fazer melhorias no processo existente.</p> <p>As melhorias devem se materializar no processo, em que a equipe interage com as pessoas que executam as atividades, sendo, portanto, uma fase crítica.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Traduzir os dados estatísticos em dados do processo;</li> <li>2. Através de uma equipe, modificar tecnicamente os elementos do processo, atuando sobre as causas raízes;</li> <li>3. Testar as soluções.</li> </ol>
<b>C- Controlar</b>	<p>Monitorar as variáveis críticas;</p> <p>Fundamental não só para manter a capacidade do processo estabelecida, mas também para indicar melhorias futuras</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estabelecer e validar um sistema de medição e controle;</li> <li>2. Medir continuamente o processo;</li> <li>3. Garantir que a capacidade do processo seja mantida.</li> </ol>

Fonte: Adaptado Rotondaro, 2002.

Ainda há outras maneiras de representar os passos de cada etapa do ciclo de melhoria, de forma mais simplificada, conforme McClusky (2000) e Kwak & Anbari (2006), que definem as etapas e relaciona-as respectivamente a pontos chaves do processo, detalhados na Tabela 13.

Tabela 13– Etapas e ponto chaves do processo de melhoria DMAIC

<b>Etapas</b>	<b>Chaves do Processo</b>
<b>Definir</b>	Definir as exigências e expectativas do cliente Definir os limites de projeto Definir o processo através do mapeamento do fluxo de negócios
<b>Medir</b>	Medida o processo para satisfazer as necessidades do cliente Desenvolver um plano de recolha de dados Coletar e comparar dados para determinar problemas e deficiências
<b>Analisar</b>	Analisar as causas de defeitos e fontes de variação Determinar as variações no processo Priorizar oportunidades de melhoria futura
<b>Melhorar</b>	Melhorar o processo para eliminar a variações Desenvolver alternativas criativas e plano de implementação aprimorada
<b>Controlar</b>	Controle variações de processo para atender aos requisitos do cliente Desenvolver uma estratégia para monitorar e controlar o melhor processo Implementar as melhorias dos sistemas e estruturas

**Fonte:** Adaptado McCLUSKY (2000) e KWAK & ANBARI (2006).

### 3 Metodologia de Pesquisa

Este capítulo apresenta alguns conceitos e definições teóricas relativas à metodologia de pesquisa, conforme ilustrado na Figura 10. Incluem-se, o tipo e estratégia de pesquisa utilizada, bem como seus métodos, técnicas, instrumentos de coleta de dados descritos neste trabalho.

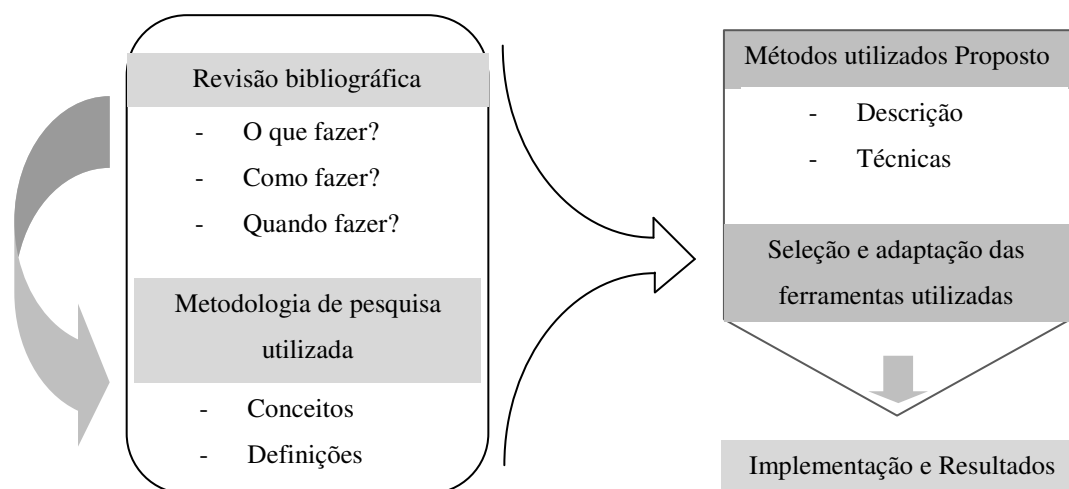


Figura 10 – Estrutura da metodologia

Este trabalho tem como metodologia geral, explorar peculiaridades do Programa de Qualidade Seis Sigma, examinando com mais detalhes a abordagem do uso de ferramentas estatísticas do programa, identificando o nível de capacidade da utilização das ferramentas da qualidade na implementação.

A metodologia consiste em uma revisão bibliográfica que identifica os pontos semelhantes e contrastantes a respeito do PQSS. Organiza os pontos fortes e fracos do uso de suas ferramentas estatísticas, para servir de base inicial para utilização das ferramentas citadas da teoria no estudo de caso. Não serão utilizadas todas as ferramentas citadas, pois sua necessidade varia de acordo com a situação encontrada.

Em um segundo momento, realizar-se-á um estudo de caso do tipo exploratório, em uma empresa de pequeno porte, que se compõe de um levantamento do contexto em que a empresa se encontra para, em seguida, aplicar o uso do Programa de Qualidade Seis Sigma e as ferramentas em que fornecerá as soluções para esse ciclo de melhoria, verificando posteriormente, o resultado alcançado do processo como também da qualidade obtida.

Quanto à implementação em empresa de pequeno porte, não será usado uma linha para teste piloto, pois a empresa não possui linhas seriadas, porém serão obedecidas, primeiramente, todas as etapas de implementação encontradas na literatura, adicionando-se adaptações necessárias para o sucesso do modelo proposto.

Será apresentada uma introdução da empresa estudada quanto aos organogramas, políticas, contexto na qual está inserida no mercado, bem como aspectos gerais do PQSS na empresa.

### **3.1 Metodologia utilizada**

Quando o estudo é classificado de acordo com seus objetivos, ou seja, exploratória, descritiva ou explicativa, os dados podem ser obtidos através de pesquisa bibliográfica, em laboratórios ou em campo. Sendo assim, a pesquisa é de campo, pois o estudo é realizado no local em que acontece o fato ou fenômeno, e o dado pode ser obtido por observações diretas, por meio de um estudo de caso (SANTOS, 2002).

A importância da observação direta, ao invés da observação falada ou escrita por alguém que viu ou vivenciou o papel do contexto em que o fenômeno está ocorrendo, e a dinâmica da dimensão temporal através da qual os eventos do fenômeno acontecem, ajuda a entender como e por que os elementos do fenômeno estão ocorrendo (MEREDITH, 1998):

De acordo com Yin (2008); Chakravorty & Hales (2008); Stake (2000) há três razões nas quais a metodologia de investigação de estudo de caso é conveniente para este estudo:

1. quando as perguntas “como” e “por que” são objetos da investigação, a abordagem de estudo de caso fornece uma aproximação entre os eventos e suas frequências de ocorrência.
2. a abordagem de estudo de caso é preferida quando um evento prático é examinado. Estudos práticos são valiosos para refinar a teoria e sugerir novas complexidades para futuras investigações. Há uma necessidade de que haja a investigação prática, para ajudar gerentes a recorrerem a novas práticas buscando a excelência do processo e a

tomada de decisão de forma mais coerente e atualizada com o mercado.

3. a abordagem de estudo de caso é apropriada, porque essa abordagem faz uso da variedade de provas, como documentos, arquivamento de registros, entrevistas e observação direta.

A seguir, será visto com mais detalhes, as técnicas utilizadas no estudo de caso, bem como a estratégia de coleta de dados.

### **3.2 Descrição dos métodos**

O trabalho apresenta a eficiência do uso do ciclo de melhoria DMAIC do PQSS, comparando a situação antes e depois de se aplicar o uso desse ciclo de melhoria, demonstrando uma significativa melhora nos indicadores de desempenho de processo e qualidade da empresa.

Yin (2008) sugere, sobre estudo de caso, técnicas para organizar e conduzir a investigação com êxito. Essa introdução ao estudo de caso baseia-se, também, em seu trabalho que propõe seis etapas que devem ser usados:

1. Determinar e definir as questões de investigação;
2. Selecionar os casos e determinar técnicas de coleta e análise;
3. Preparar para coletar os dados;
4. Coletar dados no campo;
5. Avaliar e analisar os dados;
6. Preparar o relatório.

Neste trabalho serão empregadas todas as seis etapas, de acordo com a realidade da empresa de estudo, o qual todos os dados serão levantados através de visita à empresa, adaptando as técnicas de acordo com a estratégia utilizada na implantação PQSS, comentada em seguida, em que a Figura 11 ilustra essa estratégia.

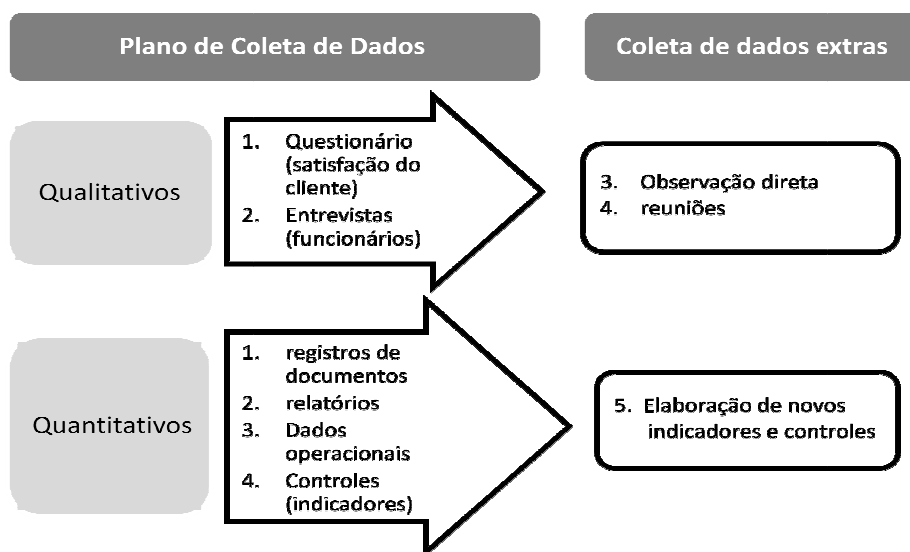


Figura 11 – Descrição dos métodos para obter dados no estudo de caso

- os dados qualitativos foram coletados através de documentação obtida na forma de questionários para medir a satisfação do cliente, através de entrevistas, com os participantes e interessados no projeto, como diretores, gerentes, engenheiros e funcionários. As entrevistas e reuniões eram realizadas individualmente e em grupos, respectivamente de acordo com o tipo de informação requerida, para melhor entendimento dos eventos ocorridos;
- os dados quantitativos foram coletados na forma de arquivamento de registros de dados financeiros, relatórios de planejamento estratégicos, relatórios de qualidade, dados operacionais e controles de medidas de desempenho;
- os dados qualitativos adicionais foram coletados sob o modo de observação direta em primeira pessoa, na qual envolviam muitas decisões durante a implementação, complementada com informações obtidas em reuniões com a equipe PQSS;
- foram recolhidos dados quantitativos adicionais, através de indicadores elaborados ao decorrer do início da melhoria PQSS, motivo pelo qual, alguns indicadores não se iniciam em janeiro;
- uma vez que o investigador foi envolvido com as tomadas de decisões durante o processo de implementação, foi possível coletar dados da observação, de modo participante;



- os dados quantitativos adicionais foram recolhidos na ordem de entrada. Esses resultados ajudaram a determinar o que estavam ocorrendo em operações de serviços, e documentadas na ordem temporal de seus acontecimentos, portanto, durante o estudo, foi mantida uma sequência de investigação, documentando cada problema encontrado durante a implementação, além dos pensamentos e ideias adquiridas durante o processo de implantação.

Além das técnicas sugeridas anteriormente, ainda foram utilizadas reuniões de apresentação da proposta, para início do trabalho, bem como reuniões estratégicas para divulgação e extensão do projeto proposto por este trabalho, e por último reuniões para manter o alinhamento estratégico segundo interesses da empresa e deste estudo.

A estratégia de coleta de dados, foi inicialmente verificar todos os indicadores em atividade na empresa e verificar a qualidade dessa informação. Ao verificar que os dados necessitavam de complementos, houve a elaboração de outros indicadores, para melhorar a qualidade de informação obtida.

A coleta e análise das informações obtidas através dos métodos descritos anteriormente são divididas em duas fases distintas: antes da implantação da melhoria PQSS e depois da implantação do PQSS, conforme ilustrado na Figura 12.

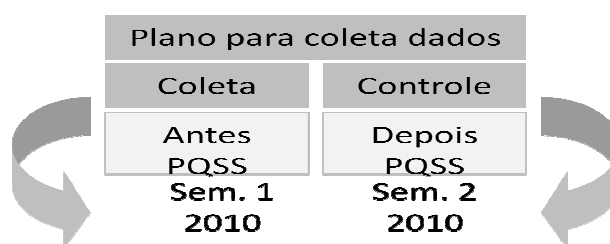


Figura 12 – Plano para coleta e análise dos dados

Na primeira fase, os dados foram coletados durante o período do primeiro semestre de 2011, que compreende os meses de janeiro a junho, e analisadas durante o ciclo de melhoria DMAIC.

Na segunda fase, os dados foram controlados, após a implantação das melhorias encontradas no ciclo DMAIC, durante o segundo semestre de 2011, que compreende os meses de julho a dezembro, e comparado os resultados com os dados do primeiro semestre, através de uma seleção de indicadores em que possuísse o foco no cliente.

## 4 Estudo de caso

Este capítulo mostra o estudo de caso, com o objetivo de estudar e otimizar o processo de serviço de usinagem de uma pequena empresa, em que há pouca ou nenhuma repetibilidade nos produtos, atendendo aos requisitos do cliente, através de um modelo proposto de implementação, além de demonstrar através da aplicação do ciclo de melhoria DMAIC, as ferramentas utilizadas para o sucesso do projeto.

### 4.1 Apresentação da empresa

A empresa, detalhada no capítulo 1.4 (ver página 5), fornece principalmente serviço de usinagem, do setor metal mecânico e alguns produtos ao mercado:

- serviços de usinagem, com máquinas e equipamentos para usinagem de peças de grande porte (toneladas) e peças de pequeno porte (Kilogramas ou gramas), que representa seu maior faturamento devido ao alto volume de serviços.
- produtos de fabricação própria como bombas de Lóbulo, centrífuga de açúcar contínuas e centrífuga de açúcar automática que representam apenas uma pequena parte de seu faturamento devido ao baixo volume de produção;

No caso dos serviços de usinagem, a solicitação é feita por encomenda conforme informações fornecidas pelo cliente contidas no desenho técnico do produto a ser fabricado.

Quanto aos produtos, a aplicação da bomba, conforme ilustrado na Figura 13, é voltada para às indústrias de açúcar, papel e celulose, massas, doces, laticínios, bebidas embutidos, comidas envazadas, cosméticos, cerâmicas, saneamento básico, entre outras.

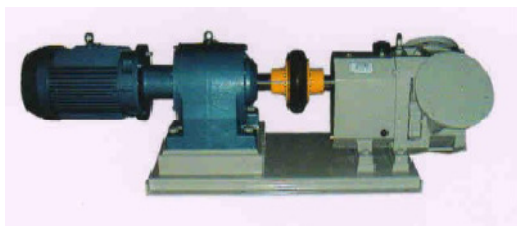


Figura 13 – Bomba acoplada no redutor com motor

As centrífugas contínuas, conforme ilustrado na Figura 14, são utilizadas para separação entre as partes sólidas e as partes líquidas da massa da cana de açúcar, obtendo uma filtragem dos cristais de açúcar provinda dessa massa.



Figura 14– Centrífuga contínua engatada no funil

A centrífuga automática, conforme ilustrado na Figura 15, foi desenvolvida para a centrifugação de massa da cana de açúcar, fornecendo açúcar dentro dos padrões internacionais de qualidade. Suas características técnicas e construtivas permitem uma menor camada de açúcar, para o mesmo volume de massa.

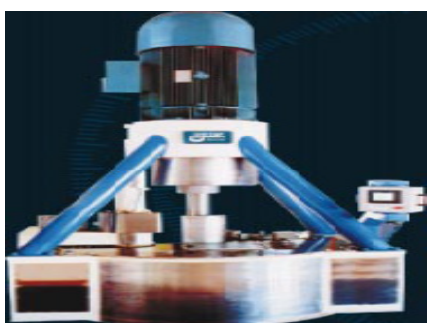


Figura 15– Centrífuga automática

#### **4.1.1 Organograma da Empresa**

Quanto ao número de funcionários, a empresa pode chegar a ter 100 funcionários, sendo que atualmente trabalham cerca de 65 funcionários, havendo um conselho diretor, em que todas principais tomadas de decisões estratégicas são discutidas e aprovadas nesse conselho, um presidente e um vice-presidente (donos da empresa), auxiliados pelo assessor da qualidade, e os diretores das áreas financeiras e administrativas, comercial e industrial, formando assim o comando da empresa, como ilustrado na Figura 16.

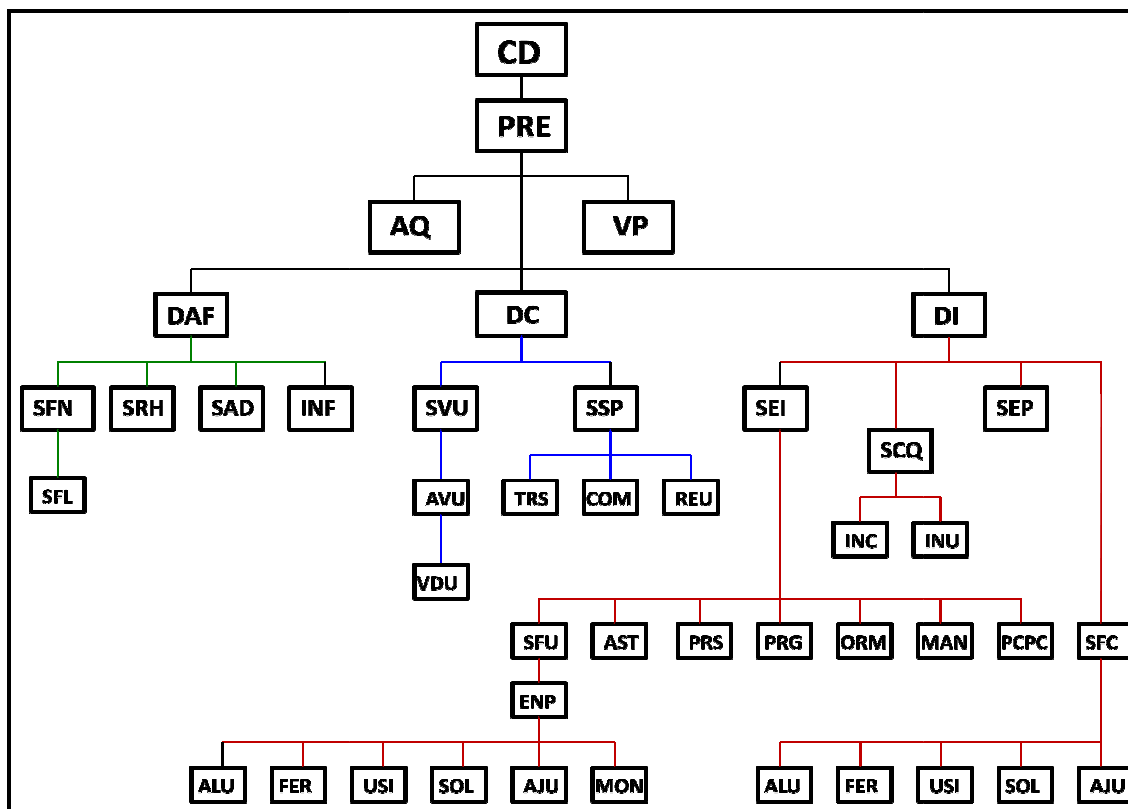


Figura 16–Organograma da empresa

Quanto à hierarquia, é uma empresa em que os cargos principais, como presidência e diretoria, são compostos pela família, havendo uma verticalização nos cargos com cerca de cinco níveis hierárquicos na produção, iniciando diretor industrial, passando pelo gerente geral de produção e seus subalternos, até chegar ao nível dos operadores e seus supervisores.

Para as outras áreas, há um diretor comercial e outros três níveis abaixo, na qual o setor de compras responde diretamente para o diretor comercial, como acontece também como o próprio setor comercial que ainda possui um estagiário.

Há ainda um diretor financeiro, segmentado em quatro setores que respondem direto para essa diretoria, sendo que há um estagiário que responde para um desses departamentos, pois a área administrativa é bem menor do que a área industrial.

A Tabela 14 descreve o significado de cada sigla, dos níveis e subníveis hierárquicos da estrutura verticalizada da empresa, mostrado dentro do organograma da Figura 16.

Tabela 14– Significado das abreviaturas do organograma da empresa

Siglas	Significado	Siglas	Significado
CD	Conselho diretor	PRS	Processo
PRE	Presidência	PRG	Programação
AQ	Acessória da qualidade	ORM	Orçamento
VP	Vice-presidência	MAN	Manutenção
DAF	Diretoria administrativa e financeira	PCPU	Programação controle produção Empresa
SFN	Setor financeiro	SCQ	Setor de controle da qualidade
SFL	Setor fiscal	INC	Inspeção cromo
SRH	Setor de recursos humanos	INU	Inspeção usinagem
SAD	Setor administrativo	SFU	Setor fábrica usinagem
INF	Informática	ENP	Encarregado de produção
DC	Diretoria comercial	ALU	Almoxarifado
SVU	Setor de vendas usinagem	FER	Ferramentaria
AVU	Administração vendas usinagem	USI	Usinagem
VDU	Vendas usinagem	SOL	Soldagem
SVC	Setor de vendas de cromo	AJU	Ajustagem
SSP	Setor de suprimentos	MON	Montagem
COM	Compras	SFC	Setor de fábrica cromo
TRS	Transportes	ALC	Almoxarifado cromo
REU	Recebimento e expedição usinagem	POL	Polimento
DI	Diretoria industrial	BAN	Banhos
SEP	Setor engenharia do produto	REC	Recebimento e expedição cromo
AST	Setor automação e assistência técnica	PCPC	Programação controle produção cromo
SEI	Setor de engenharia industrial		

Atualmente há uma deficiência de alguns cargos deste organograma da empresa, devido alguns cortes para retenção de custos, pois como citado anteriormente, com a crise mundial de 2008, houve uma queda significativa na entrada de pedidos para serviço e compra de produtos na empresa. Sendo assim, alguns cargos tiveram que se responsabilizar por outros departamentos, havendo um acúmulo de funções e tarefas para algumas pessoas, que já estão na empresa há bastante tempo e são de confiança do Conselho Diretor. Como exemplo dessa nova situação temporária, tem-se que o Diretor Comercial, além de responder pela sua área, também responde pela Acessória da Qualidade. O gerente de Engenharia Industrial (SEI) passou a responder também pela Engenharia de Produto (SEP) e pela automação e assistência técnica (AST).

Em alguns setores da empresa, esse acúmulo de tarefas e cargos, serviu como uma oportunidade de crescimento profissional, atuando como motivação para o novo desafio, como é o caso do setor de compras em que, uma mesma pessoa ficou responsável pelo transporte (TRS), pela compra (COM) e suprimentos (SSP), pois esse funcionário antes respondia apenas por compras.

Outro exemplo, é o funcionário encarregado da produção (ENP), que hoje responde direto ao Diretor Industrial (DI), pois não há ninguém específico na gerência da fábrica (SFU).

Em contra partida, o setor de manutenção não tem nenhum responsável para gerenciar. A manutenção é terceirizada, e é requisitada apenas quando há quebra de máquina durante o processo de produção. Essa terceirização foi uma solução para redução dos custos.

Deve-se notar que essas oportunidade em cargos com acúmulo de função, ou cargo sem ninguém como responsável, são temporárias, pois irá durar um período de recuperação financeira da empresa após a crise de 2008, assim sendo, essas oportunidades podem apenas servir para acumular tarefas para o funcionário, criando uma desmotivação posterior, como também pode gerar um novo cargo, conseqüentemente um novo fator motivacional.

Toda essa relação da crise com acúmulo de funções e tarefas vem justificar um fator a mais, na realidade de pequenas empresas, na dificuldade para treinamento e disposição do tempo na qual a equipe deve dedicar ao projeto de melhoria.

### 4.1.2 Característica do setor produtivo

Para analisar a capacidade de produção e suas características, identificaram-se quantos funcionários trabalham em cada máquina da manufatura de cada turno, através de um mapa do *lay out* da empresa, impresso em folha A2, e verificado: as possibilidades de se haver um gargalo; como ocorre o fluxo de movimentação de peças e seus equipamentos de movimentação interna (como empilhadeiras e pontes rolantes); capacidade técnica dos funcionários; distribuição de máquinas no chão de fábrica.

Há três características do setor produtivo, identificado e ilustrados conforme Figura 17, quanto ao gargalo, almoxarife e manutenção de máquina.



Figura 17 – Características do setor produtivo

A primeira característica está relacionada ao gargalo, que muda constantemente de máquina, variando de acordo com os pedidos que entram na fábrica. Cada pedido tem uma característica própria, e segundo algumas dessas características, pode ser alocado em uma máquina específica para ser produzido. Isso quer dizer que, para um determinado momento, uma máquina pode estar sendo muito requisitada para usinagem, enquanto outras máquinas estão ociosas. Para outro determinado instante, em que entram novos pedidos na empresa, essa mesma máquina que estava operando em sua capacidade máxima, passa a operar em sua capacidade mínima, ficando ociosa, e aquela outra máquina que estava ociosa, nesse determinado instante, passa a operar em sua capacidade máxima tornando-se o novo gargalo do processo.

Existem máquinas que são similares, ou seja, tem condições de executar o mesmo processo. Devido a esse fato, um mesmo pedido pode ser programado para ser processado em máquinas diferentes simultaneamente, ou até mesmo ser reprogramado para outra máquina em caso de atraso na entrega do produto final.

Porém há limitações para essa flexibilidade em função de característica de acabamento e exatidão de cada máquina, ou movimentação logística da peça (há ponte rolante apenas de um dos lados da fábrica, para o outro lado trabalha-se com a empilhadeira, cuja capacidade máxima é de 4000 kg), ou até mesmo programação de outro pedido na máquina similar a que está executando o serviço, ou ainda por motivos de uma eventual manutenção que esteja acontecendo na máquina em que o pedido poderia ser processado.

Ainda há várias máquinas de usinagem na empresa de vários fabricantes diferentes, o que significa várias linguagens de programação diferente também. Como no atual cenário da empresa, em relação ao número de funcionário, não estar completo, os operadores necessitam saber operar nas diferentes linguagens de programação referente ao modelo da máquina, pois, esse mesmo operador pode ser remanejado para outras máquinas sem que seja a sua, seja por motivos de manutenção, na qual ele trabalha, ou falta de outro operador em uma máquina cuja prioridade de fabricação seja maior.

Este fato, da capacitação do operador, causa duas perspectivas bem distinta, pois se por um lado ganha-se na flexibilidade de remanejamento de operador, por outro se perde com custo mais elevados devido maior tempo no treinamento e Mão de obra específica.

A segunda característica que chama atenção do setor produtivo, é o fato de que o almoxarifado não possuía nenhum tipo de controle integrado com o processo de compras da empresa. Apenas há um controle interno de saída e entrada de alguns materiais, realizado em planilhas paralelas e não padronizadas, e muitas vezes em tempo não real, ou seja, a entrada/saída de materiais do almoxarifado era atualizada muitas vezes no dia seguinte. Isso podia gerar um esquecimento ou até mesmo uma atualização não conforme a realidade do que foi exatamente retirado ou colocado.



As retiradas de materiais/ferramentas do almoxarifado eram feitas sem um controle, isto quer dizer que, um funcionário poderia fazer uma retirada de algum ferramental que deveria retornar para o almoxarife após seu uso, porém esse mesmo ferramental era repassado para outro funcionário sem controle nenhum pelo funcionário que fez a retirada, e assim poderia ocorrer sucessivamente.

Essa falta de controle gera transições paralelas do uso do ferramental, através de “empréstimo”. Quando ocorre a quebra da ferramenta, não há aviso para o almoxarife, devido ao fato de não haver um responsável pela devolução da mesma, gerando assim uma possível parada de máquina por falta desse ferramental.

Outro problema maior está relacionado à questão do segundo turno, em que não é realizado controle do almoxarife, alterando constantemente o nível de estoque, bem como sua organização, pois muitas vezes, o funcionário não colocava o que era retirado em seu devido local padronizado, gerando uma desordem aleatória no almoxarife. A atualização é realizada no dia seguinte, quando comunicado as saídas.

Devido a esses problemas rotineiros, a comunicação com compras não se realizava de maneira organizada e planejada. A todo o momento havia a necessidade de compras urgentes. Nesse processo, não havia a aprovação da diretoria, tão quanto cotação em mais de um lugar e nem negociação de valor e entrega, elevando constantemente o custo com compras rápidas.

Como terceira e última característica do setor produtivo, é o fato de que atualmente a empresa não possui um planejamento de manutenção de máquinas. Logicamente que por esse motivo, ocorrem muitas perdas por paradas de máquina para a realização de manutenções corretivas, pois não há mecânico e eletricitas para realização de manutenções, sejam elas corretivas ou preventivas, como também não há um setor de manutenção de máquina.

Como não há um setor responsável pela manutenção de máquinas, essa tarefa foi delegada ao supervisor de produção, ou seja, além de ter que cumprir com a meta de produtividade e prazo de entrega, também fica responsável por cuidar da manutenção. Assim, as máquinas param para manutenção apenas quando há quebras, e a tarefa do supervisor da produção se resume apenas entrar em contato com o serviço de manutenção externo e acompanhar o serviço.

As manutenções são realizadas por um serviço terceirizado, em que é executado apenas quando há necessidade de uma manutenção corretiva. Esse processo leva a uma grande perda por espera, pois o tempo de resposta entre uma parada de máquina, contato com o serviço terceiro, disponibilização do serviço, deslocamento para a empresa, torna-se grande.

Além disso, não há um acordo de compromisso quanto ao prazo de resposta por um chamado, o que leva a espera pela disponibilidade de um mecânico e/ou eletricista ser muito longa na maioria das vezes.

Outro aspecto de grande importância a ser notado, é o fato de que o PCP não se comunica com essa empresa terceirizada, para executar um plano de manutenção, com o que é necessário fazer, no momento em que deve fazer. Dessa maneira, não há um histórico de manutenção para determinar o tempo necessário de parada preventiva para a máquina.

## **4.2 Processo de Melhoria – Etapa Pré DMAIC**

Após ter conhecido as características e estrutura da empresa, como fase inicial, foi realizado o alinhamento estratégico com a empresa, para apresentação e aplicação da proposta deste trabalho, como uma etapa anterior à etapa do processo de melhoria utilizando o ciclo DMAIC, pois se trata de uma iniciativa preparadora para o sucesso da implantação do projeto, na qual será definido o alinhamento base com a empresa e a proposta, e a expansão para os outros setores da empresa, com o objetivo de colaboração por partes de todos.

### **4.2.1 Apresentação da proposta**

Inicialmente, a proposta consiste em implantar o PQSS na pequena empresa sob o aspecto adaptado da estrutura hierárquica dos “Faixas”, treinamentos estatísticos e utilização das ferramentas da qualidade, conforme ilustrado na Figura 18.

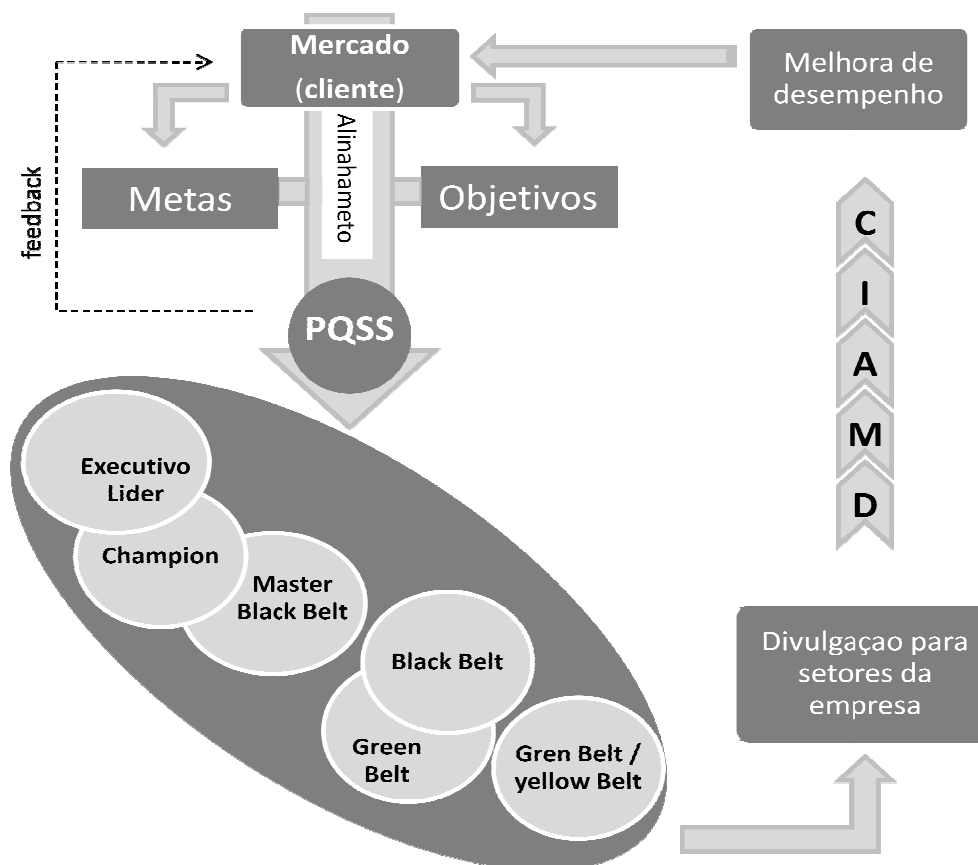


Figura 18 – Apresentação da proposta adaptada para pequena empresa

O modelo tem como primeira ação mapear ou identificar a tendência do mercado, de forma a atender e satisfazer os requisitos do cliente (R.C.), alinhando-os com um projeto de melhoria PQSS, através dos objetivos gerados para alcançar a meta definida.

Essa integração será realizada através de uma equipe, o qual atuará nos passos de cada etapa do ciclo de melhoria DMAIC proposto por esse trabalho, conforme demonstrado na Tabela 15, utilizando as ferramentas básicas para melhoria da qualidade, tais como, *brainstorm*, histogramas, diagrama de Ishikawa, entre outras, melhoria do processo, de acordo com a necessidade e qualificação técnica da equipe.

Cada membro dessa equipe terá sua hierarquia da estrutura de “Faixas”, porém as atividades e funções são designadas de forma adaptada à pequena empresa, em função de suas limitações com relação ao número de funcionários, custo com treinamentos externos e tempo reduzido de dedicação ao projeto.

Tabela 15 – Passos da proposta para cada etapa do ciclo de melhoria DMAIC

Etapa	Passos
Definir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir os requisitos do cliente</li> <li>• Definir o projeto a ser executado</li> <li>• Definir as limitações do projeto</li> <li>• Definir a equipe que participará do projeto melhoria</li> <li>• Mapear o processo</li> </ul>
Medir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar qual o problema por meio de amostragem</li> <li>• verificar a origem do problema</li> </ul>
Analisar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar, as informações em conjunto com a equipe do projeto</li> <li>• Organizar plano de ação para aprovação da alta gerência.</li> </ul>
Melhorar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estruturar um cronograma para realização das soluções, definindo quando e quem irá executar as mudanças;</li> <li>• Realizar as modificações de melhoria por etapas e paralelamente umas com as outras, porém de forma sequencial e controlada;</li> <li>• Testar as soluções;</li> <li>• Refinar soluções para atender de forma mais precisa as necessidades e expectativas das melhorias no processo.</li> </ul>
Controlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar ferramentas de controle;</li> <li>• Padronizar os novos procedimentos;</li> <li>• Analisar e discutir resultados .</li> </ul>

Alcançado a melhoria do desempenho, através do projeto definido com a alta gerência, é realizada uma nova verificação do mercado e um novo alinhamento estratégico se iniciaria como um segundo ciclo de melhoria.

Para apresentação da proposta, foram realizadas duas reuniões iniciais com o diretor industrial da empresa, cujo objetivo foi explicar a metodologia teórica e a metodologia adaptada, para implementação do projeto de otimização do processo, bem como sua interação com a empresa.

#### 4.2.2 Expansão do projeto para a fábrica

Inicialmente é realizada a apresentação do PQSS, contendo os benefícios, ganhos diretos e indiretos, dificuldades e obstáculos. É exposto a utilização da principal ferramenta do PQSS, o ciclo de melhoria DMAIC, e outras ferramentas complementares que serão utilizadas em cada etapa do processo do ciclo de melhoria, com objetivo de verificar a necessidade de treinamentos específicos para o uso de algumas dessas ferramentas da qualidade para as pessoas que estariam envolvidas no projeto.

Inicialmente houve esclarecimentos da atual situação sócio econômico em que a empresa se encontrava, após a crise de 2008, em que iniciou um processo de recuperação econômica, com um quadro de funcionários reduzidos e disponibilidades de recursos escassos, bem como possibilidades mínimas para algum tipo de investimento inicial.

Em seguida, houve apresentação do plano de trabalho que seria desenvolvido na empresa. Foram definidos os recursos e estruturas da empresa que seriam disponibilizados de forma otimizada para atender os requisitos básicos propostos para o sucesso do trabalho, também definido as pessoas (time) que poderiam fazer parte desse processo de melhoria, bem como uma breve limitação do trabalho, como serão visto em detalhes no capítulo 4.3.

Dado início a Etapa pré DMAIC, da etapa de Definir, em que foi feito um alinhamento estratégico entre a missão e os objetivos do trabalho proposto com a parte estratégica e metas da empresa, inicio-se o trabalho para divulgação do projeto para os setores de interesse da empresa, ainda pela mesma etapa que antecede o DMAIC.

Após a proposta ser aprovada pelo conselho diretor, iniciou-se a expansão para o resto da empresa, de maneira *top down*, em que junto com a diretoria, foi convocada uma primeira reunião extraordinária com os líderes dos principais setores do processo produtivo, em que participaram: o responsável pela engenharia, pelo PCP, pelo processo de fabricação e de engenharia de orçamento. Juntamente com a diretoria industrial, foi convocada uma segunda reunião, em que dessa vez participaram os responsáveis pelo Setor da Qualidade, RH e Contabilidade (responsável pela divulgação dos indicadores de desempenho).

Essas reuniões têm como um dos objetivos, apresentar o PQSS e o trabalho proposto neste estudo, que se seguiria ao longo dos próximos meses, expondo os objetivos do trabalho, e as metas que teriam que ser alcançadas.

Outro objetivo dessas reuniões, é conseguir o apoio dos principais líderes da empresa, obtendo acesso total da diretoria industrial para qualquer tipo de informação, ajuda, ou mudança, seja comportamental ou de melhoria no processo, obtendo dessa forma o comprometimento de toda parte recrutado da empresa.

A equipe iniciou-se pelo Diretor Industrial e posteriormente pelo Diretor Comercial, que na estrutura organizacional do PQSS, atuou também como sendo o Executivo Líder e o Mestre Faixa Preta simultaneamente para o Diretor Industrial e *Champion* para o Diretor Comercial. Nessa estrutura inicial partem as tomadas de decisões mais importantes, assim como a escolha dos membros faltantes da equipe, como descrito mais detalhadamente no tópico seguinte.

Após visto e entendido o panorama geral, como uma base de entrada de dados de como funciona alguns dos processos produtivos da empresa, iniciou-se o processo de melhoria utilizando o ciclo de melhoria DMAIC da abordagem PQSS, sob o ponto de vista adaptado para a micro/pequena empresa em comparação a literatura. Nos próximos tópicos, serão mostradas todas as cinco etapas do processo de otimização, na implantação da empresa em estudo, utilizando ciclo de melhoria DMAIC.

Na próxima seção serão definidos os requisitos do cliente para um alinhamento do projeto com os interesses da empresa, definindo suas limitações de atuação. Também será mostrado a seleção e estruturação hierárquica do time que participará do processo de melhoria, encerrando com o mapeamento do fluxo de valor da empresa.

### **4.3 Definir (D)**

Nessa etapa, conforme ilustrado na Figura 19, são definidas as métricas, o objetivo em relação aos requisitos do cliente, declarando qual o problema será eliminado; as informações estratégicas são definidas, as limitações do projeto são esclarecidas.

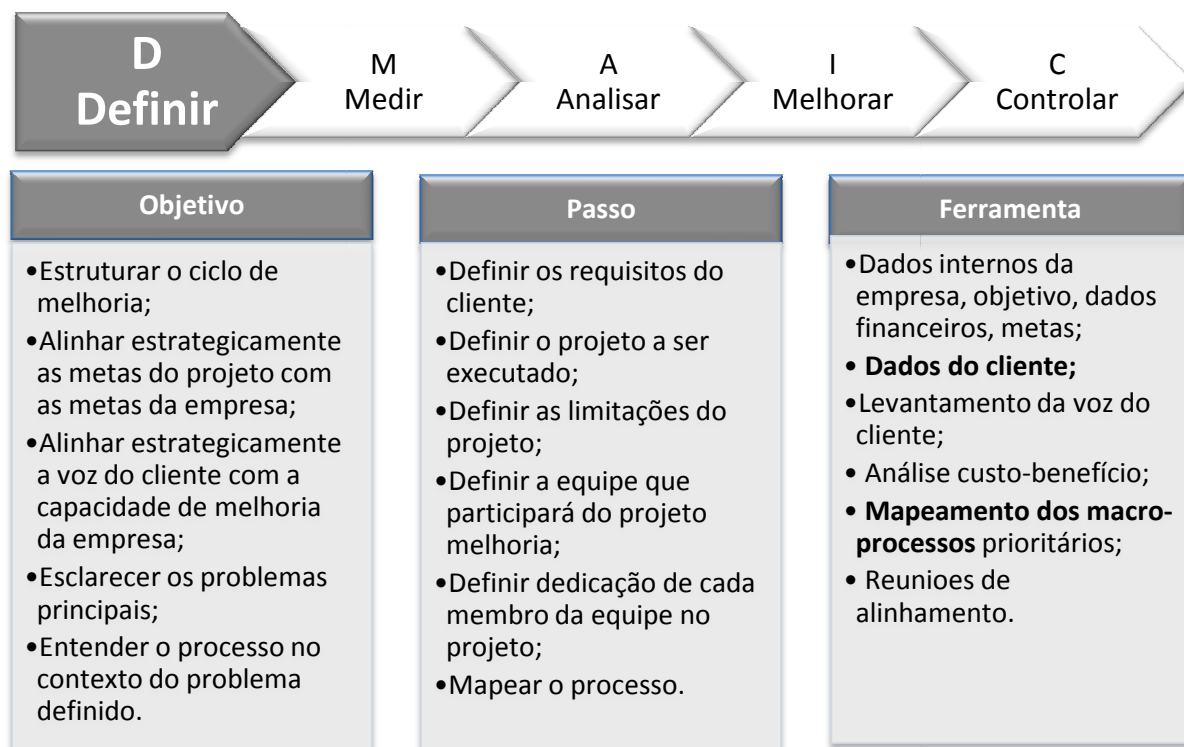


Figura 19 – Etapa Definir: Objetivos, passos, ferramentas.

O primeiro trabalho foi entender o funcionamento do processo produtivo da empresa, desde a entrada do pedido de venda, até a saída do produto para o cliente, passando pelo processo de transformação (SLACK, 2008), através de um macro mapeamento do processo, utilizando um fluxograma de processo como ferramenta.

Foram realizados reuniões e estudos, com a equipe do PQSS, para definição dos principais problemas, definição do que era importante para o cliente, e a declaração do problema, além do objetivo a ser realizado para o projeto de acordo com alinhamento estratégico da empresa.

Dessa forma, na primeira fase, foi realizada uma reunião com os diretores Industrial e Comercial da empresa, para estudo dos problemas principais, utilizando como ferramenta o *Brainstorm*, com objetivo de entender e definir o projeto e suas limitações, além da definição da equipe que participaria do processo de melhoria na empresa, assim como as condições de trabalho que seriam dedicadas ao projeto.

A segunda fase teve como objetivos, o levantamento de dados junto ao cliente para definir os requisitos do cliente, partindo da visão do cliente e levando-o para dentro da organização, em que foram utilizados documentos de campo de satisfação do cliente da assistência pós venda da empresa, e o mapeamento do macro processo produtivo, sendo detalhada cada uma dessas duas fases, a seguir.

#### 4.3.1 Requisitos do cliente (R.C.)

Como primeiro e mais importante passo, está o alinhamento ao requisito do cliente, como base de análise do meio ambiente, que também pode incluir uma análise dos concorrentes, tendência de mercado e fornecedores, como ilustrado na Figura 20.

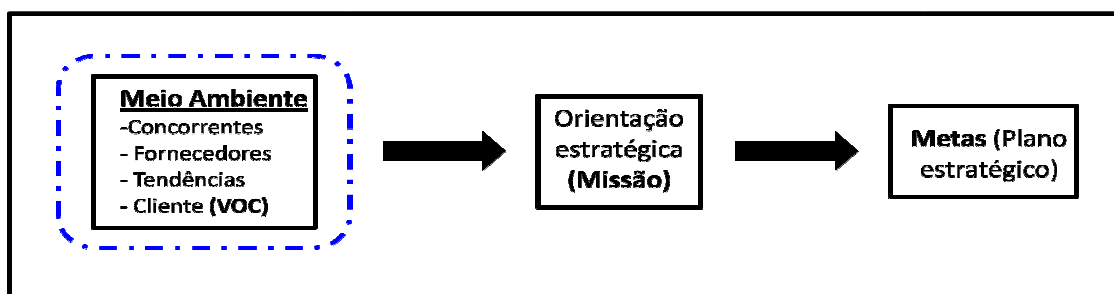


Figura 20– Influência do meio ambiente no plano estratégico da empresa

É em relação ao meio ambiente externo que a empresa deverá formar seu plano estratégico, para buscar o cumprimento de suas metas. A orientação estratégica da empresa é fornecida pelo meio externo, que gera a missão da empresa e sua política da qualidade para atender as vontades dos clientes e poder satisfazê-los.

A primeira definição dos requisitos do cliente, foi feita com o responsável pela interface direta entre cliente e fábrica, que responde para o departamento de planejamento estratégico, em que esse responsável articula informações de prazo de entrega que sai da empresa para o cliente e dos requisitos do cliente para a empresa, após o pedido ser aprovado, para a fábrica.

A segunda definição foi executada com o diretor comercial, que através dos requisitos do cliente, monta a estratégia da missão e meta da empresa. Nessa reunião foram definidos os requisitos do cliente de acordo com o que a empresa tinha de experiência em conversas com seus clientes.



Para coletar os requisitos do cliente foram definidas estratégias envolvendo a diretoria comercial e uma pesquisa de satisfação do Cliente. Para realizar esta pesquisa foi utilizado um questionário específico contendo cinco fatores de desempenho, que eram importantes para atender os principais requisitos do cliente (ver Anexo A), em um universo de 28 clientes entre os anos de 2009 e 2010. O resultado do questionário pode ser observado na Figura 21, através de três medidas:

- Completamente satisfeitos;
- Parcialmente satisfeitos;
- Insatisfeitos.

### Definição dos Requisitos do Cliente para melhoria

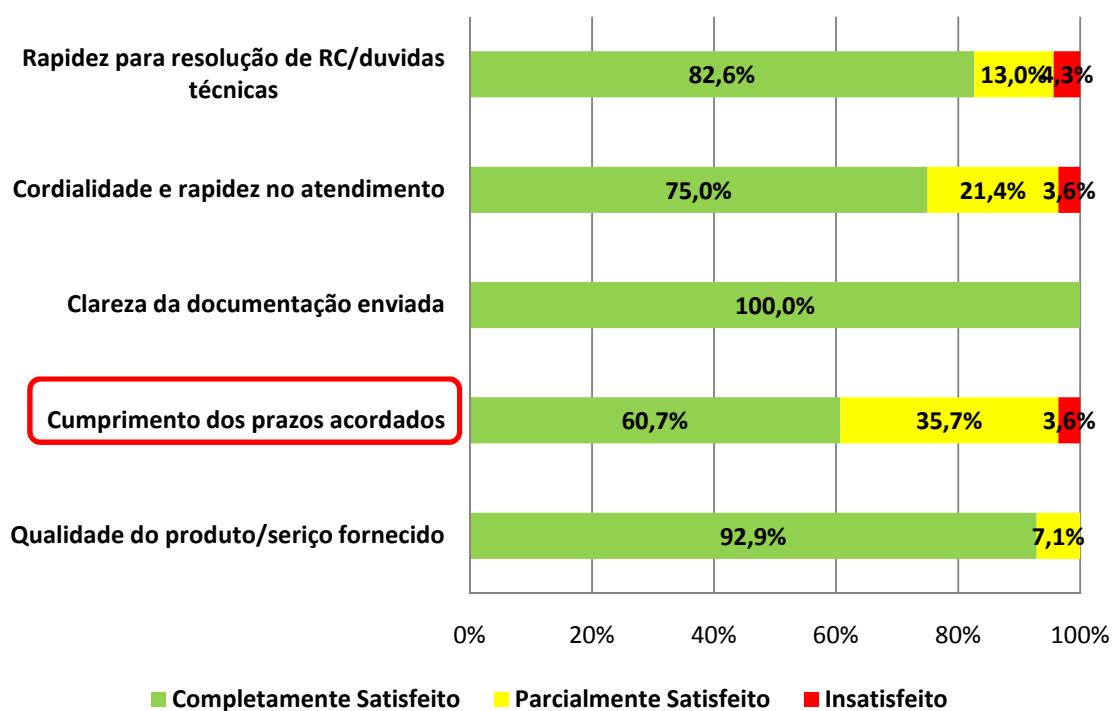


Figura 21– Pesquisa de mercado para entender R.C.'s

A análise da Figura 21, mostra claramente, que a maioria dos clientes que responderam ao questionário estavam insatisfeitos com o cumprimento no prazo de entrega, com cerca de 40% de insatisfação e apenas 60% dos clientes entrevistados estão completamente satisfeitos com esse índice de desempenho.

De acordo com as informações levantadas, os requisitos são mostrados em ordem de prioridade na Tabela 16, e separados por duas épocas distintas na economia mundial, na qual também se refletiu no Brasil, a pré- crise de 2008, e pós-crise de 2008, na qual interferiram diretamente nas mudanças dos requisitos do cliente, pois na recuperação da economia, os clientes deram prioridade ao prazo de entrega, para poder reter seus clientes.

Tabela 16– Mudança nos Requisitos do cliente segundo pós-crise de 2008

Requisitos Pré-crise 2008	Requisito atual
Qualidade	Qualidade
Custo	Prazo de entrega
Prazo entrega	Custo
confiabilidade	Confiabilidade

Após as definições nas prioridades dos requisitos do cliente, junto à diretoria comercial da empresa, buscou-se o levantamento das informações que poderiam ser importantes para a análise da variabilidade no prazo de entrega do serviço e produto da empresa.

#### 4.3.2 Projeto do Programa de Qualidade Seis Sigma

Tendo em vista a análise dos requisitos do cliente demonstrado na Figura 21– Pesquisa de mercado para entender R.C.'s, o projeto PQSS deste trabalho tem como objetivo melhorar o processo interno da empresa, diminuindo o atraso de entrega em serviços de usinagem sob encomenda.

Tem como meta final, melhorar o índice de desempenho externo (requisitos do cliente) e melhorar o índice de desempenho interno da situação atual, conforme índices abaixo:

- Diminuir 50% dos replanejamentos gerais;
- Diminuir em 50% o atraso dos pedidos de serviço.

### 4.3.3 Limitação do projeto (limitação da metodologia)

Há algumas fronteiras na qual o projeto fica limitado, cuja Figura 22 ilustra os pontos mais importantes dessas limitações, sendo explicada cada uma delas logo em seguida.

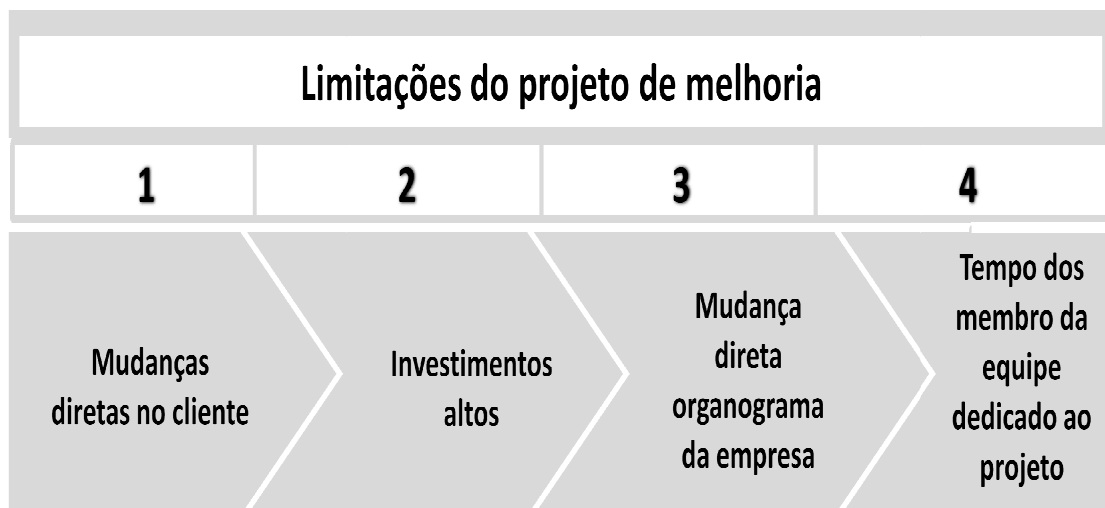


Figura 22 – Limitações do projeto de melhoria

1. Primeiramente, qualquer tipo de ação que envolva algum tipo de mudança de processo ou cultural que esteja relacionado diretamente ao cliente, mesmo sendo essa melhoria como principal e maior fonte de problema no processo de produção da empresa, fica vetado qualquer tipo de ação interventiva, pois desde que haja outros fatores internos para se melhorar, será tratado como prioridade. Este motivo se deve ao fato de que a interpretação do cliente, em que estão sendo retomadas as negociações pós-crise de 2008, pode ser muito ofensiva, dado o fato que o cliente pode não querer assumir a responsabilidade de algum problema gerado internamente na empresa, partindo do pressuposto de que a empresa possui outras não conformidades que podem ser melhoradas antes de ter que envolver o cliente.
2. dado como prioridade melhorias nas quais não houvesse a necessidade de grandes investimentos financeiros, em que para o Conselho Diretor, há outras prioridades de investimentos a se fazer, pois o processo, que apesar de estar longe do ideal, ainda assim continua a produzir e gerar receita para a empresa no atual estado. Portanto, caso haja algum investimento inicial a se

fazer como, por exemplo, treinamento específico aos funcionários, ou investimento em algum tipo de sistema da informação para integrar as áreas, ou mudança de lay out, também fica vetado.

3. ainda há limitações, no que tange as ações de melhorias relacionadas às mudanças no organograma inicial, ou seja, de pessoas e seus cargos ou funções. Isto quer dizer que as ações de melhoria se limitam a apenas mostrar que, a pessoa relacionada a certo cargo está sendo ineficiente, e no máximo fazer um trabalho de treinamento sob o aspecto de um novo processo na qual seja fundamental para se melhorar esse novo processo, pois qualquer experimento que necessite mudança de pessoas de seu cargo com outra, para comparação de eficiência ou motivação, qualquer tipo de comparação que mostre a melhoria ocorrida, fica vetado, principalmente pelo motivo de que possa causar uma demissão ao funcionário, pois não é o objetivo do trabalho.
4. quanto à disponibilidade do tempo dedicado a esse projeto dos integrantes da equipe formada, sejam eles em qualquer nível hierárquico da empresa e agora em nível de “Faixas” da metodologia Seis Sigam, fica limitado a tempo parcial e aleatório, conforme disponibilidade do cumprimento de suas tarefas rotineiras. Isto quer dizer que a estrutura hierárquica dos “Faixas”, não será aqui tratada de acordo com o que ocorre na literatura e na prática de grandes empresas multinacionais. Portanto o cumprimento da meta em se finalizar o projeto em seis meses pode ser comprometido devido à falta de dedicação em tempo maior no projeto.

#### **4.3.4 Formação do time de melhoria**

Em função das limitações do projeto mencionadas acima, não haverá a participação de pessoas dedicadas exclusivamente ao PQSS, à participação em alguma tarefa que demandava um trabalho maior e requeresse uma atenção especial, poderia ficar comprometida, pois os mesmos estariam ocupados e sobrecarregados com outras tarefas rotineiras da empresa.

A equipe começa a ser formada pelo Diretor Industrial atuando no papel da abordagem PQSS como Executivo Líder e Mestre Faixa Preta e o diretor comercial atuando como Campeão.

Em seguida foi escolhido para atuar como Faixa Preta e ao mesmo tempo como Faixa Verde, o gerente da Engenharia Industrial, que atualmente também responde pela Engenharia do Produto, Automação e Assistência Técnica. Esse profissional acabou por selecionar o time de Faixa Verde.

É válido ressaltar que não foi utilizada nenhuma carga horária específica para treinamentos estatísticos para esse funcionário, devido ao alto custo de investimento inicial. Portanto, o mesmo atuará na hierarquia dos “Faixas” do PQSS, com o principal objetivo de gerenciar e auxiliar as melhorias do programa, utilizando conhecimentos estatísticos que já possui.

Como últimos membros da equipe a serem formados, porém não menos importantes, atuando como Faixa Verde, da mesma maneira em que o Faixa Preta foi iniciado ao programa (de acordo com suas capacitações específicas), foram selecionados para essa equipe, os responsáveis pela Produção (ENP), que hoje também é responsável pela Fábrica (SFU), e o responsável pelo PCP.

Assim, após ter completado a formação do time que atuará no processo de melhoria, utilizando PQSS adaptado para micro e pequena empresa, começará o trabalho de mapeamento do macro processo das principais atividades da pequena empresa em estudo.

#### **4.3.5 Mapeamento do macro processo da empresa**

Para poder observar o problema da empresa e determinar o foco na qual será realizada a melhoria na empresa, é preciso antes entender o processo como um todo, definindo o local das oportunidades de execução das melhorias, como também identificar elos mais fracos da cadeia.

Utilizando um mapa do fluxograma do processo geral da empresa, ilustrado na Figura 23, pode ser notada três macro divisões do processo como um todo, separados

pela indicação das setas vermelhas na figura, classificadas como: área comercial; área do planejamento; área industrial.

1. A primeira parte do fluxograma é designada para a área comercial. Nessa etapa é visto quatro processos importantes e que estão relacionados com o desempenho da empresa: a) se inicia o contato com o cliente; b) dá-se o orçamento inicial; c) prazo de entrega inicial; d) a aprovação do serviço definido sua prioridade.
2. Na segunda etapa mostrada no processo do fluxograma, baseia-se no planejamento da fabricação do novo pedido de venda, em que são identificados três processos importantes para o desempenho de entrega: e) a engenharia monta cada etapa do processo de fabricação, qual sequência de máquina será usada; f) o PCP verifica o estoque dos itens do processo produtivo desse pedido e gera pedido de compra, caso haja necessidade, e encaminha a ordem de produção para produção; g) setor de compras traz os itens necessários em uma operação paralela à produção, que pode já ter iniciado.
3. Na terceira e última etapa do fluxograma, é onde ocorre a fabricação do novo pedido, cuja ordem de produção já está na máquina. Caso não haja nenhum problema, há uma verificação e liberação final da Qualidade para a retirada do cliente. Caso aconteça alguma não conformidade, é gerado um relatório de não conformidade (RNC) e encaminhado para a Qualidade, em que a mesma entra em contato com cliente para definir uma nova tratativa (liberação; retrabalho; refugo).

Após a etapa de desenvolvimento do fluxograma do processo de entrada, transformação e saída, foi concentrado o estudo no terceiro processo da Figura 23, em que ocorre a fabricação dos pedidos de vendas.

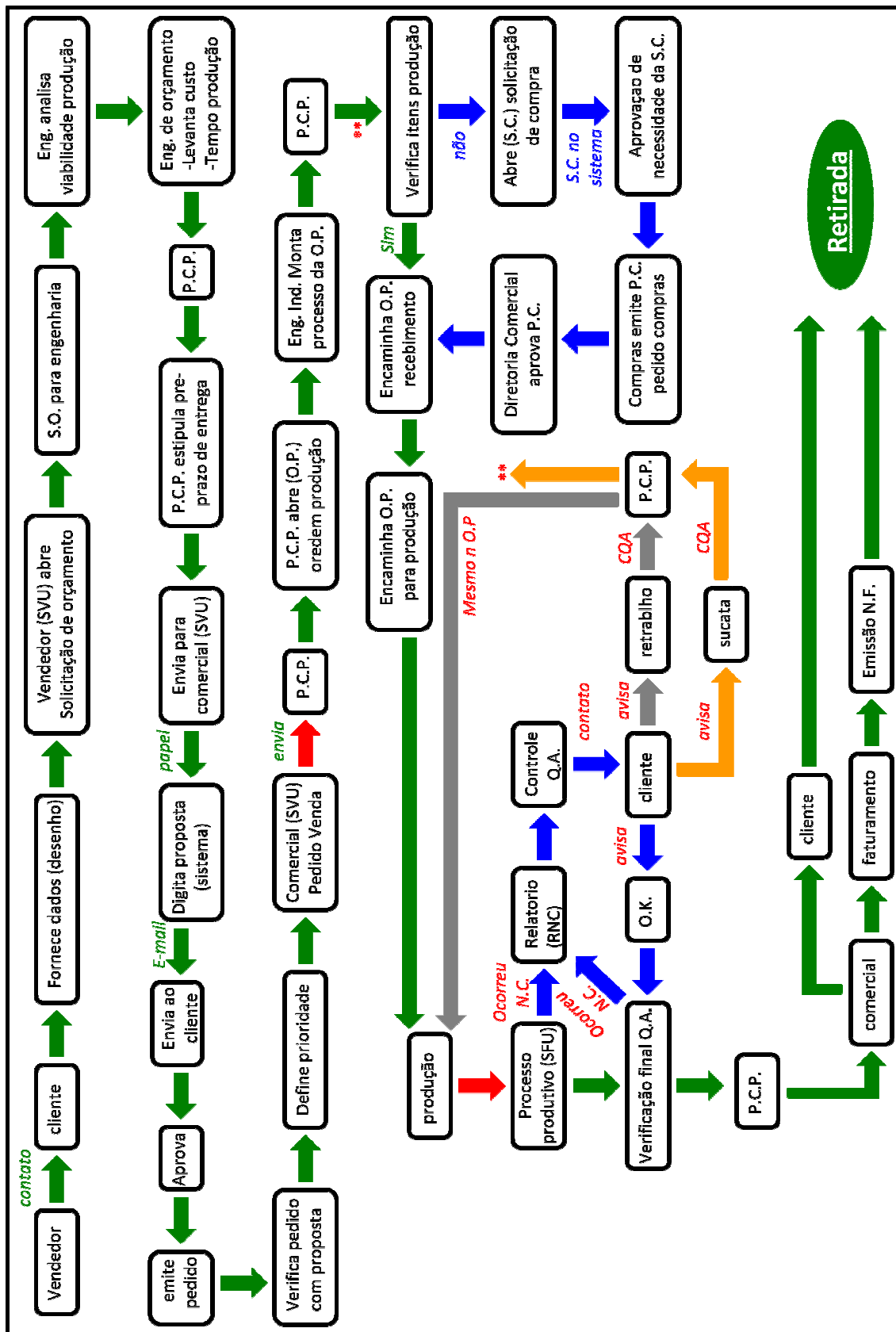


Figura 23 – Mapeamento do macro processo de produção na empresa de estudo

#### 4.4 Medir (M)

Nesta fase, as métricas do processo são definidas e é realizada uma pré-análise dos dados, para manter alinhado o projeto com seu objetivo, conforme ilustrado na Figura 24, pois a declaração do problema feita no item 4.3.1 é aperfeiçoada, e iniciada uma busca das causas raízes para eliminação do problema.

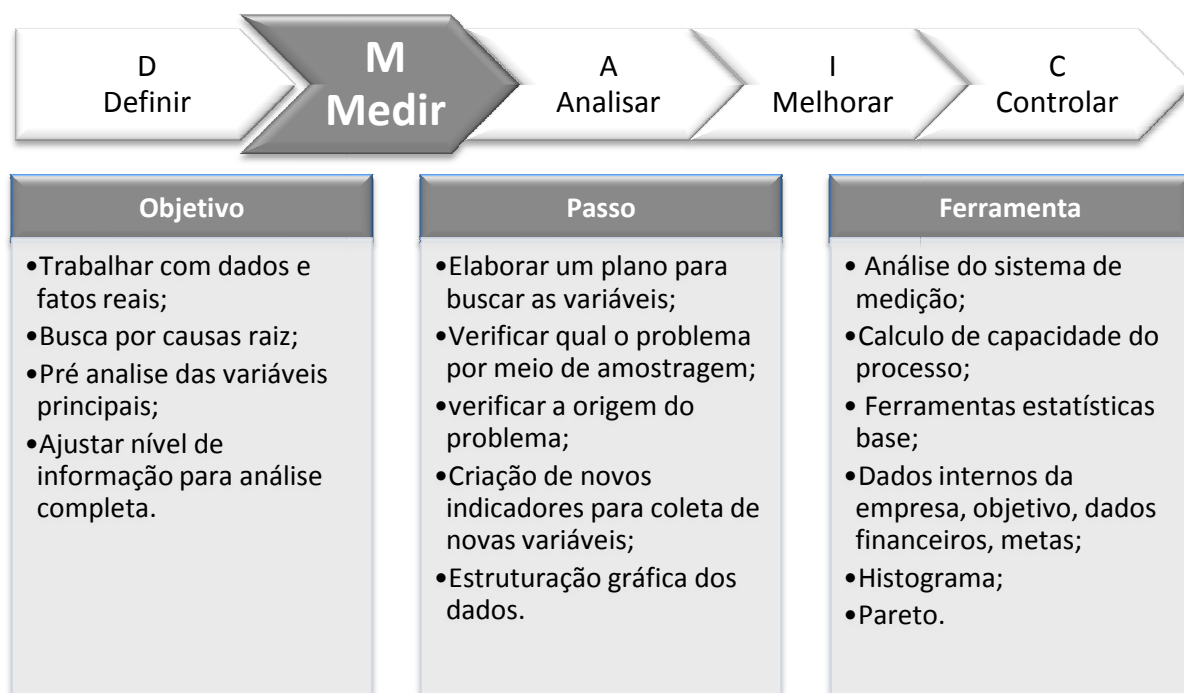


Figura 24 – Etapa Medir: objetivos, passos, ferramentas

Nesta etapa há uma sequência organizada no levantamento das informações e estruturação dos gráficos. Ao levantamento de algumas informações encontradas, poderia haver a necessidade por outras informações complementares, que foram elaboradas durante o processo de recolha de dados, como indicadores que ainda não existam, ou até mesmo através de documentos de controles que a empresa não possui, seja por falta de maturidade na informação, ou por falta de necessidade dessa informação até o momento.

O levantamento e coleta de dados realizados durante o primeiro semestre de 2010, bem como a criação de novos indicadores ou documentos de coleta, foram realizadas até o momento em que não houvesse mais a necessidade de se encontrar



novas variáveis, pois a coleta dos dados já está ajustada ao nível de qualidade de informação necessária para se obter o processo medido para posterior análise.

Para apresentar essa etapa, será mostrado primeiro o plano de aquisição de dados, referente à utilização de documentos existentes e necessidade de elaboração de novos documentos de controle e em segundo será mostrado à coleta de dados com algumas análises iniciais das informações.

#### **4.4.1 Plano de Aquisição de dados**

Foi iniciado um trabalho de levantamento de informação relacionado aos maiores problemas do processo da manufatura que afetam os requisitos do cliente durante o primeiro semestre de 2010. Inicialmente buscou-se essa informação diretamente nos controles da manufatura já existentes na empresa. Verificou-se que a empresa, documentava seus problemas de produtividade através de basicamente três tipos de documentos:

- RNC (relatório de não conformidade);
- relatório de horas improdutivas de máquina;
- documentos de indicadores de desempenho de cada setor (SPCP – setor de planejamento; SCQ – setor de qualidade).

Esses indicadores (SPCP; SCQ), assim como as RNC's não eram feitos em tempo real, eram entregues com grandes atrasos para o departamento que fazia a filtragem das informações que iria ser divulgada para a fábrica, o que dificultava muito a coleta de dados quantitativos em tempo real. Além do atraso do abastecimento de dados dos relatórios, também havia outro problema, o preenchimento incorreto do relatório de horas improdutivas, por parte dos operadores, pelo fato do mesmo estar formulado sob uma forma confusa, pois as opções de horas improdutivas (as paradas) não eram claras, tornando alguns motivos obsoletos e outros redundantes (Ex.: aguardando informação; e faltando informação, ou, falha de máquina; e manutenção de máquina).

A partir desses documentos foram geradas informações gráficas, indicando as primeiras variáveis em que deveria ser melhorado utilizando o ciclo de melhoria DMAIC do Programa de Qualidade Seis Sigma.

Com o levantamento dos gráficos será verificada a necessidade de outros controles para medição e verificação do processo a ser melhorado, pois com os documentos existentes, as informações ficavam incompletas.

Nota-se que a empresa ainda estava em uma fase inicial do uso da recente implantação da ISO 9000, desde 2009. Isso implicava em uma grande carência de controles na produção, pois a empresa possuía apenas o mínimo de controle necessário que a norma ISO recomenda, o que leva a um baixo índice de melhorias realizadas para cada problema que ocorria, já que estes problemas não eram identificados através de documentos.

Esse fato é facilmente compreendido, pois com a falta de documentação, as soluções se tornam paliativas, devido ao fato da causa não ser tratada pela raiz, fazendo com que muitos dos problemas já solucionados, voltem a ocorrer.

Em alguns casos, foram elaborados novos documentos de controle para poder colher novas informações necessárias para um ajuste mais preciso do processo, sendo assim, a qualidade de algumas informações ficam limitada ao período do novo controle.

Com a utilização dos novos documentos, foi iniciado a seleção e estruturação das informações, melhorando a visualização, com gráficos, da atual situação da empresa, já que na empresa estudada não havia nenhum tipo de análise gráfica, seja de controle, ou de acompanhamento e gerenciamento dos fatos ocorridos na fábrica.

Essa falta de gestão a vista ocorria tanto na área da manufatura, como também por parte da gerência e diretoria da empresa, que visualizavam a situação dos fatos através de algumas tabelas, para o acompanhamento do controle da fábrica.

#### **4.4.2 Coletas de dados e verificação da existência do problema**

Inicialmente busca-se a verificação da situação da empresa em relação ao requisito do cliente definido anteriormente, pois desse modo, tem-se um mapa da

situação da empresa em relação sua qualidade, prazo, confiabilidade, entre outros indicadores de desempenho.

O primeiro levantamento a ser feito foi a partir dos indicadores de desempenho da empresa, obtendo as informações ilustradas na Figura 25. Essa informação é útil para dar um panorama geral da atual situação da empresa, tanto quanto as metas de custo de produção, como com relação a alguns dos requisitos do cliente serem ou não atendidos.

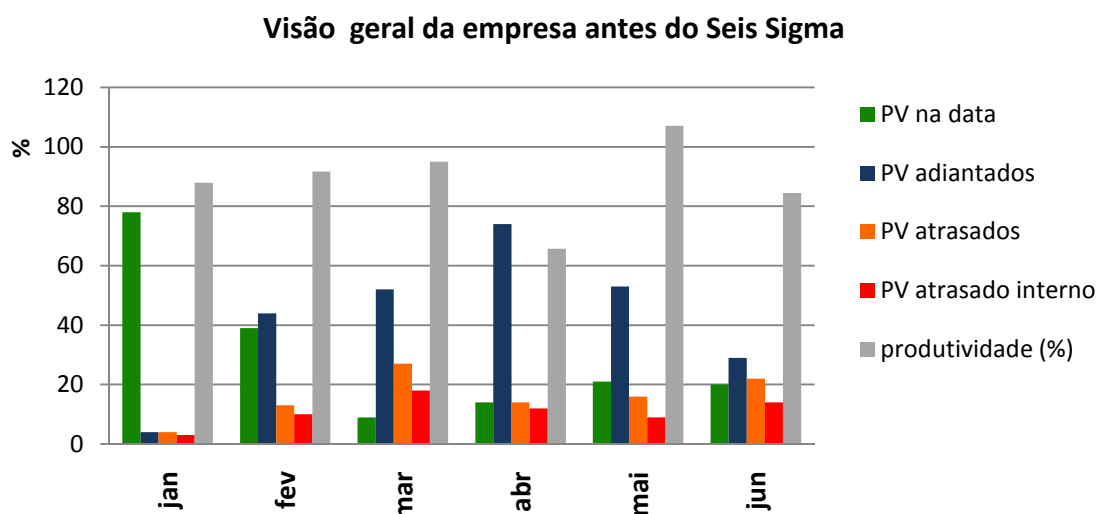


Figura 25– Visão geral da empresa antes do Programa de Qualidade Seis Sigma

As principais informações obtidas, a partir da Figura 25, podem ser observadas e relacionadas abaixo:

I) No mês de janeiro foi o terceiro mês de pior índice quanto à produtividade, mesmo sendo o mês que mais entregou pedidos na data e menos atrasou pedidos entregues. Foi um mês em que praticamente o planejamento foi cumprido e poucos pedidos foram adiantados.

II) No mês de março, foi o segundo mês de melhor índice quanto à produtividade, mesmo sendo o mês que mais entregou pedidos atrasados e que menos entregou pedidos na data combinada com o cliente. Foi um mês em que houve muita mudança no planejamento e muitos pedidos foram adiantados.

III) Há um grande número de pedidos que não estão atendendo aos requisitos do cliente, sejam eles pedidos que fossem adiantados ou pedidos atrasados, em todos os meses.

Para entender melhor o problema relacionado no item III da Figura 25, busca-se saber, sequencialmente, o que gera essa quantidade de atrasos, sendo que estes são provenientes de um planejamento de entrega que não foi cumprido, ou seja, precisa averiguar também se há replanejamentos de entregas. Esse fato pode ser entendido de uma maneira melhor, observando a Figura 26, que ilustra situações mensais de replanejamento em todos os pedidos.

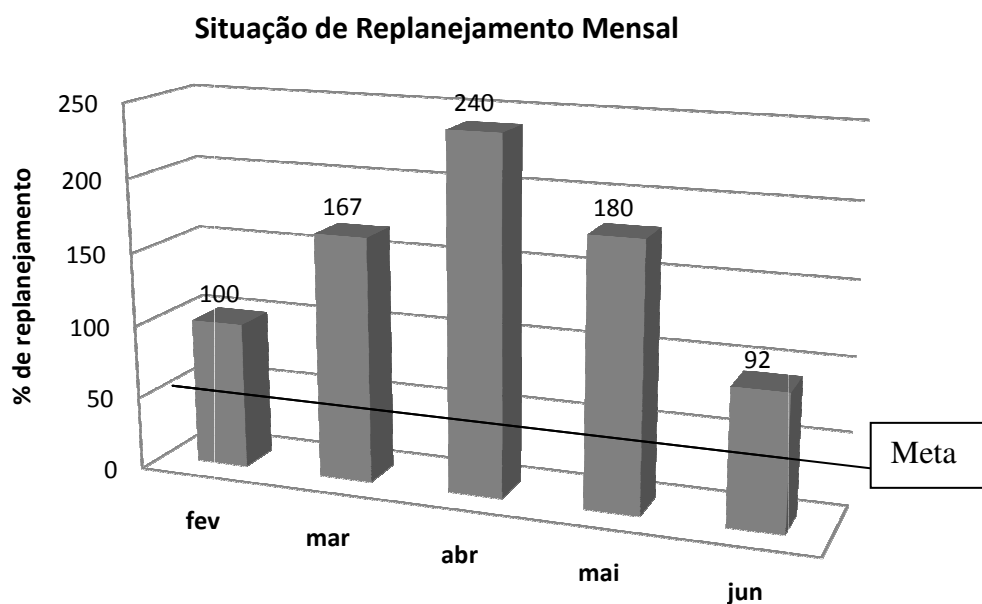


Figura 26 – Porcentagem de replanejamento por mês antes do PQSS.

Todos os pedidos podem ter sido replanejados mais de uma vez, ou ainda, alguns dos pedidos podem não ter sido replanejados, porém outros foram replanejados mais que duas ou três vezes seguidas da data de entrega da original, devido aos atrasos gerados pela instabilidade do processo. Essa informação quer dizer que, por exemplo, no mês de abril se houve cinco pedidos de compra, houve também doze replanejamentos para esses pedidos (gerando dessa forma, 240% de replanejamento nos P.V.'s), significando que há mais do que um replanejamento para um pedido.

Pode-se perceber também que há uma tendência de não se diminuir esse tipo de problema, podendo ocasionar algumas variações de aumento ou diminuição em suas porcentagens de acordo com a proporção na quantidade de pedido que entrem para ser executado.

Esses replanejamentos causam atrasos na entrega de outros clientes, pois ocasiona um “efeito cascata” de atraso, elevando inclusive o custo original, na qual a empresa passou na fase de orçamento para o cliente.

O próximo levantamento a ser feito, está relacionado em saber quais pedidos de vendas (P.V.'s) foram replanejados, e ainda saber a quantidade exata de replanejamento de cada P.V.. Para obtenção desses dados, houve a necessidade de ser criado um controle de atraso, (ver anexo G), e um acompanhamento semanal envolvendo as áreas de P.C.P., fábrica, engenharia e comercial, para abastecer os dados de entrada do novo controle para medição que se queria, obtendo as informações mostradas na Figura 27.

**Qde de Mudança por Item da Data de Entrega inicial do PV  
1 semestre**

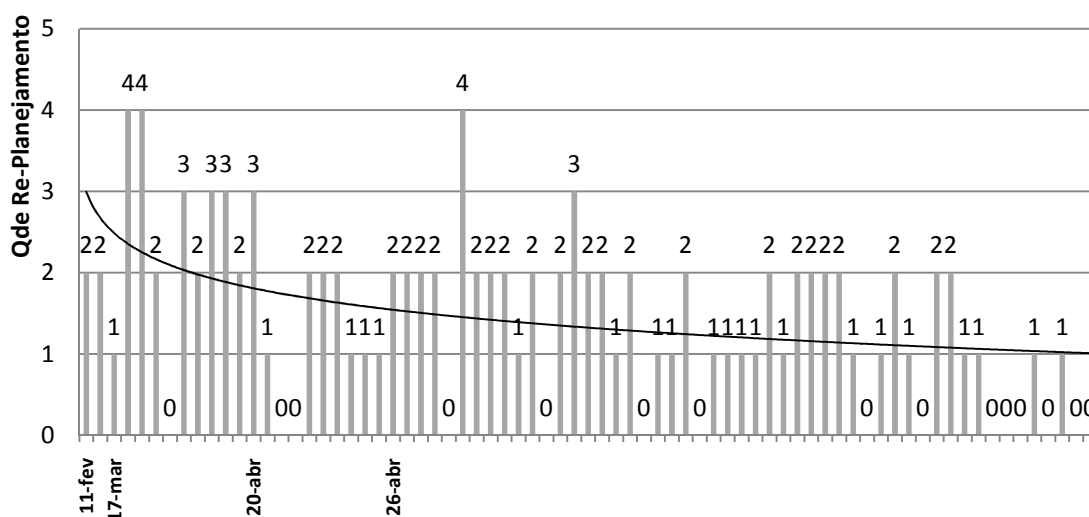


Figura 27– Quantidade de Replanejamento por pedido antes do PQSS

Os pedidos estão atrelados as suas datas de entrada, conforme ilustrado na Figura 27, podendo assim ser visto em cada data de entrada, ou em cada P.V. se houve atraso na entrega, gerando replanejamento do P.V. e ainda obter a informação de quantas vezes houve atraso para esse mesmo P.V. gerando outros replanejamentos.

Isto quer dizer que, no dia 29 de março, por exemplo, houve três pedidos, na qual um foi entregue sem atraso e outros dois pedidos foram entregues com atrasos, sendo que os dois pedidos em atraso foram replanejados quatro vezes, ou que houve quatro motivos para o mesmo P.V. não ser entregue na data combinada ou recombinada.

Há uma linha de tendência que ainda nos mostra que essa situação de instabilidade no processo não iria melhorar, e se manteria praticamente estável com um alto número de atrasos na entrega, gerando também alto número de replanejamento, podendo ter algumas oscilações proporcionais à quantidade de pedidos que entrarem, ou complexidade do tipo de serviço a ser executado, exigido pelo cliente.

Esse fato gera o desconforto grande para o comercial que tem que ligar, a primeira estância para o cliente comunicando-o que a data inicial do prazo de entrega combinado, teve que ser mudado. Este problema se agrava ainda mais, quando um replanejamento da data de entrega inicial sofrer outras mudanças, para o mesmo pedido, da data de entrega que já foi transferida para outro dia, gerando uma insatisfação muito maior e podendo terminar em uma não renovação de outros pedidos, gerando a perda do cliente.

Baseado nas informações relativas à situação dos pedidos, quantidade de replanejamento e quantidade de mudança, respectivamente ilustradas nas Figura 25; Figura 26; Figura 27, verificou-se que principal desvio da empresa é exatamente o principal requisito de satisfação do cliente.

#### **4.4.3 Coletas de dados e análise de base para origem do problema**

Para dar continuidade ao processo de melhoria de redução do prazo de entrega, devem-se identificar as causas de defeito no prazo de entrega, que geram muitos atrasos, causando alto número no valor de sigma inicial, sendo necessário então saber os motivos pelo qual isso ocorre.

Foi estruturado um histograma com as principais causas de atraso, para descobrir as origens das causas do alto número de replanejamento, e organizá-la para uma análise mais profunda na próxima etapa do processo de melhoria aqui proposto. Assim, para medir as variáveis referentes ao alto número de replanejamento, foi elaborado um controle e gerado as informações mostradas na Figura 28, que ilustra os principais motivos que deve ser melhorado imediatamente.

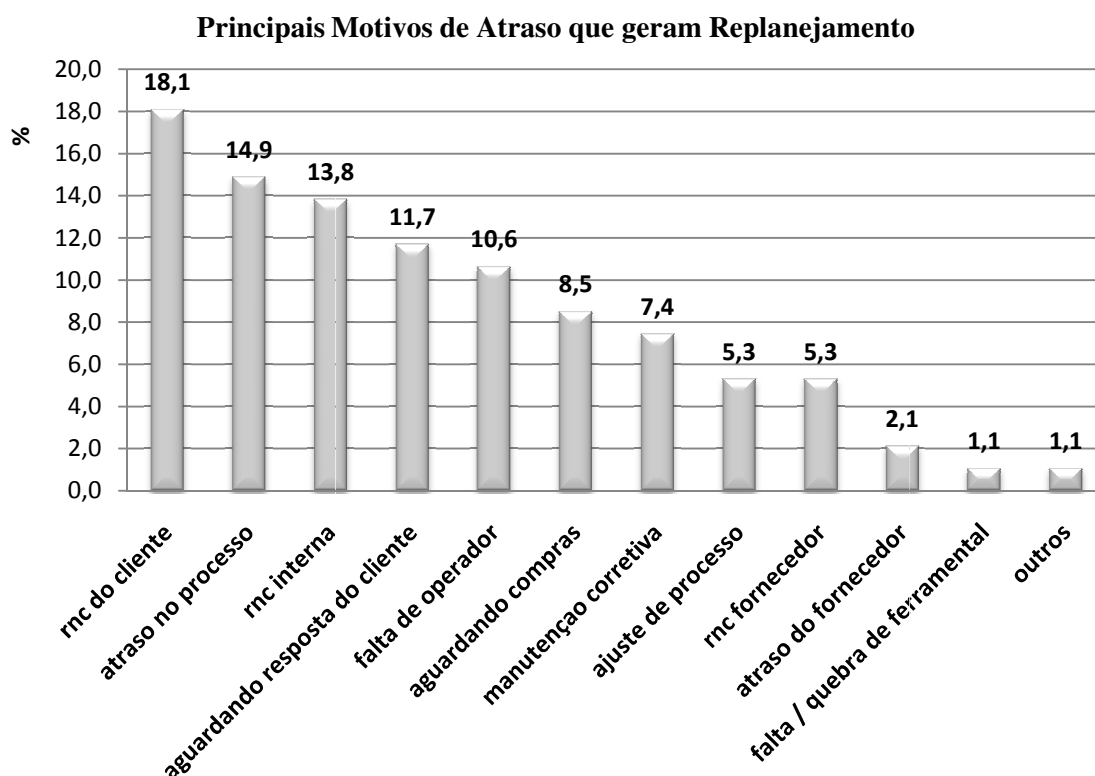


Figura 28– Motivos de atraso que geram Replanejamento

Essa informação demonstra que o motivo documentado que gera os atrasos e o alto número de replanejamento dos PV's, é em primeiro lugar a grande quantidade de RNC's (relatório de não conformidades) geradas pelo cliente (18,1%), sendo que por motivos citados no capítulo 4.3, não será considerado como prioridade de melhoria.

Como segundo item da Figura 28, e como primeiro item de prioridade no processo de melhoria, está à ineficiência do processo como um todo (14,9%), que gera atrasos principalmente por deixar máquinas paradas. O atraso no processo dessa figura está relacionado à ineficiência da operação, como por exemplo, baixa produtividade do operador, ou na espera para o uso da ponte rolante ou empilhadeira para movimentação do material, ou na velocidade da máquina para uma usinagem que poderia ser executada em uma velocidade maior. Ainda pelo mesmo motivo, há também vários ajustes no processo (5,3%), e que se somados, resulta em um montante correspondente a 20,2% relacionado a defeitos do processo, obtendo um problema interno maior do que o externo (cliente).

O segundo maior problema, que será tratado como prioridade de melhoria, está relacionada com a grande quantidade de RNC interna (13,8%). Esse problema,

juntamente com o problema de atraso no processo, será tratado com mais detalhes na próxima fase de melhoria, para se obter uma análise mais profunda por se tratar de variáveis importantes para se obter uma grande melhora na instabilidade do processo.

Quanto ao terceiro maior problema da Figura 28, aguardando resposta do cliente (11,7%), pode ser diminuído com a melhoria dos problemas citados anteriormente, pois muitas vezes essa resposta que fica sendo aguardada do cliente, é devido a uma RNC gerada pelo processo interno da empresa, pois ao ocorrer o defeito, comunica-se ao cliente e aguarda uma tratativa do mesmo, em que muitas vezes o cliente não tem um setor disponível para analisar as falhas que ocorreram no processo interno da empresa, aumentando o atraso do processo de entrega.

Quanto aos problemas indicados como, falta de operador (10,6%), manutenção de máquina corretiva (7,4%), atraso de compras (8,5%), será tratado dentro do problema maior, atraso de processo, como será visto com mais detalhes na próxima fase, na etapa de análise, sendo que este último problema dito, tem que ser visto de forma segmentada de quatro maneiras diferentes:

- atraso do processo para colocar o pedido de compras;
- atraso para liberar o pedido de compras;
- atraso para comprar o pedido;
- atraso do fornecedor para entregar o pedido de compras.

Dessa forma pode-se analisar onde realmente o setor de compras está falhando, já que a parte dos fornecedores está contida no processo de compras.

Outra informação necessária para medir o processo, está relacionada à perda gerada pela baixa produtividade de máquina, ou seja, perdas relacionadas às paradas de máquina. Ao se levantar essa informação, ilustrada na Figura 29, referente aos meses de janeiro a maio, nota-se três grandes perdas distintas:

- A primeira está relacionada à falta de estrutura para usinagem (57,42h), ou seja, espera para movimentação das peças, ou falta de ferramental, ou ainda aguardando a matéria-prima entrar na máquina devido a atraso do processo anterior;
- A segunda perda de horas produzidas das máquinas (45,73h), está relacionada à falta de informação para produção, ou seja, falta de



desenho ou desenho ruim para leitura, falta de programa para usinagem, ou falta de um processo descritivo, ou aguardando alguma dúvida em relação à usinagem em que o processo ou a qualidade teriam que estar respondendo;

- A terceira perda considerada (32,11h), está relacionada a problemas de manutenção de máquina, que é causada por um grande número de quebras ou falhas de máquina.

### Motivos de paradas de máquina

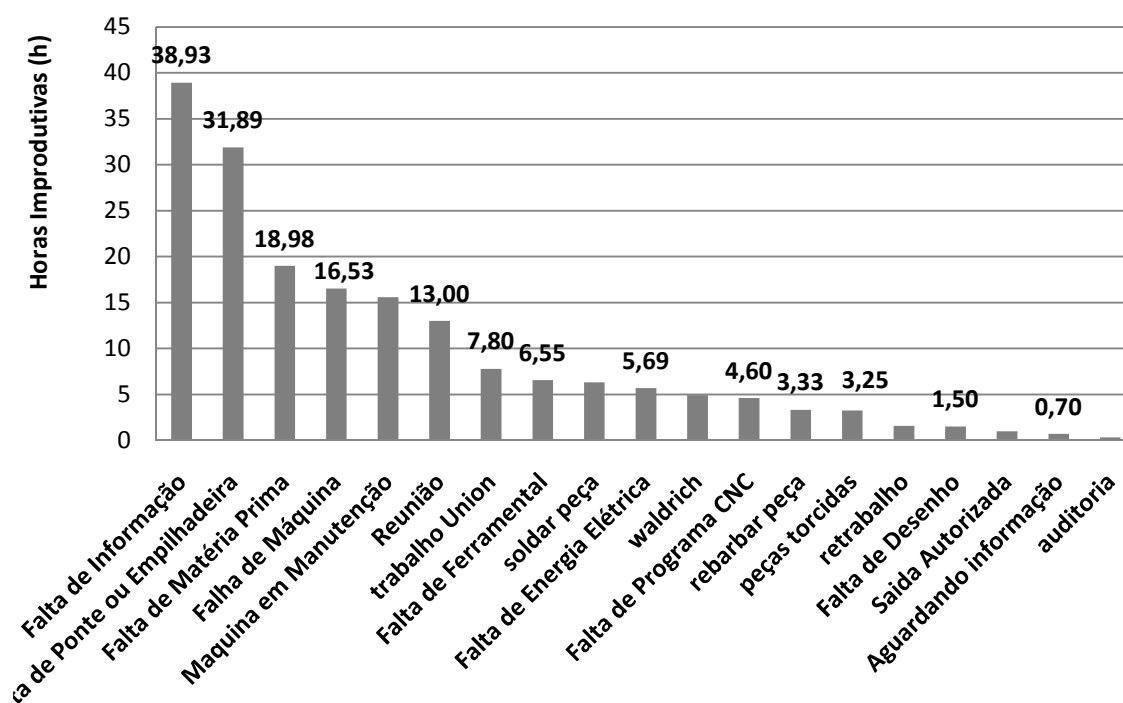


Figura 29 – Motivo de paradas de máquina

Busca-se inicialmente entender onde esses problemas que geram os atrasos ocorrem, seguindo o plano de coleta de dados, através dos controles diários.

Foi feita uma estratificação das RNC's, primeiramente, para verificar onde o problema está ocorrendo com maior frequência, obtendo as informações ilustradas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, e posteriormente verificar se os problemas que ocorrem, são de origem externa (cliente), ou de origem interna (produção, projeto, etc.), no local de maior incidência.

### Estratificação RNC's Geral (Quem detectou erro)

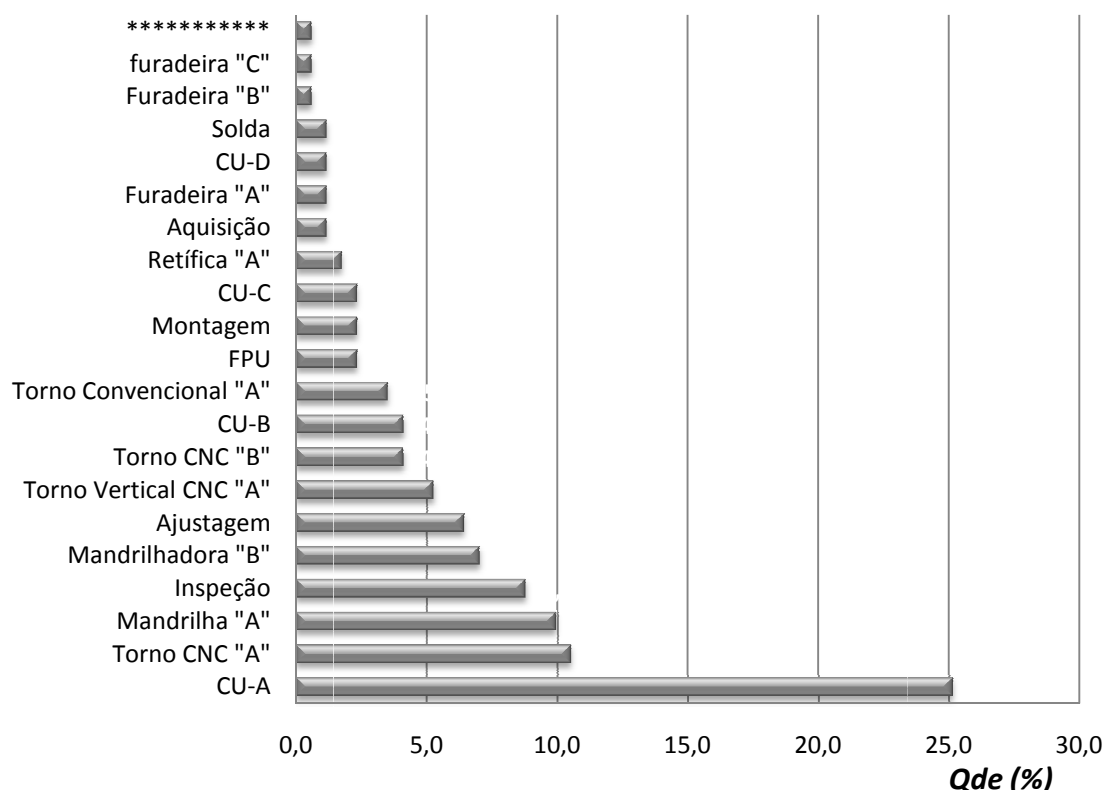


Figura 30 – Estratificação de RNC's – Onde foi detectado o problema

Porém as informações eram apenas de quem estava detectando os erros, como por exemplo, ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a inspeção final detectou 8,8% dos problemas encontrados na fábrica, enquanto que a máquina CU-A detectou quase 25% dos problemas que ocorreram na empresa.

Uma informação importante que os dados da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostram, é a quantidade de problemas detectados pela inspeção final. Isto é um problema para a qualidade do processo e para obtenção de redução dos custos, já que no processo de produção da empresa, a própria produção deveria realizar constantemente, para cada etapa do processo, as inspeções de qualidade para ter a certificação de que a próxima etapa do processo, ou até mesmo durante a própria etapa em que se encontra o processo de usinagem, seja garantida às condições de qualidade para aquele produto específico, evitando assim um custo maior com retrabalho ou sucateio de peça ao final do processo.

Após a verificação do local de origem de maior incidência dos problemas, o

Após a verificação do local de origem de maior incidência dos problemas, o próximo passo foi fazer uma estratificação da origem dos erros, nos locais de maior ocorrência, isto é, saber se os maiores problemas que foram detectados em cada item do **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, são de origem interna ou externa, ou seja, cliente ou empresa, como mostrado nas Figura 31 a Figura 34, correspondentes aos cinco maiores locais em que ocorrem os problemas da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Nessa etapa do processo, em que foi levantado dado para verificar a origem dos maiores problemas internos ou externos, foi convencionado um padrão de cores para cada origem, como por exemplo, para a produção foi convencionado a cor laranja, para o cliente a cor vermelha, como mostrada nas próximas figuras em que há essas descrições. Esse padrão de cores para cada origem dos erros adaptou-se rapidamente pela empresa, facilitando inclusive a visualização prática dos maiores problemas.

A Figura 31, mostra que dos 25,1% de erros encontrados, do total, no centro de usinagem “A” (CU-A), conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os dois principais problemas que ocorreram, são devido a um erro da produção (39%) e ferramental (33%) respectivamente, totalizando quase 70% dos problemas que ocorreram nessa máquina, sem desconsiderar o fato de que o cliente também gera uma quantidade significativa (21%) de problema para a melhoria do desempenho da empresa.

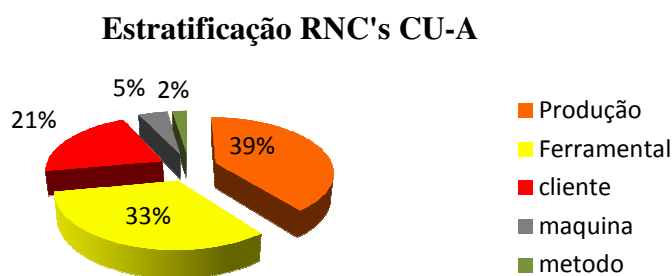


Figura 31– Origem dos problemas no CU-A.

A Figura 32, mostra que dos 10,5% de erros encontrados, do total, no Torno CNC-A, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os dois principais problemas que ocorreram, são devido a um erro do cliente (39%) e produção (39%) respectivamente, totalizando quase 80% dos problemas que ocorreram nessa máquina,

sem desconsiderar o fato de que a máquina também gera uma quantidade significativa (17%) de problema com manutenção corretiva, para a melhoria do desempenho da empresa.

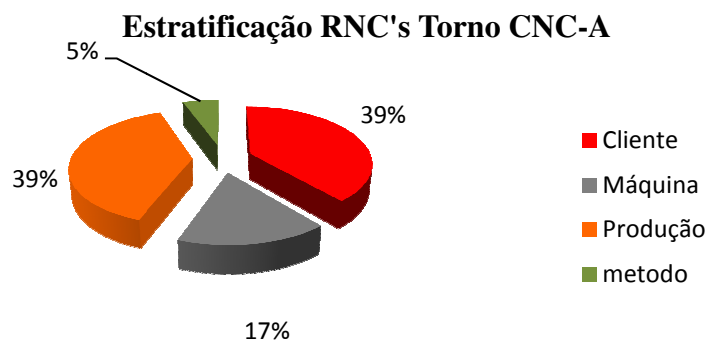


Figura 32– Origem dos problemas no Torno CNC-A

A Figura 33, mostra que dos 9,9% de erros encontrados, do total, na Mandrilhadora “A”, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os dois principais problemas que ocorreram, são devido a um erro do cliente (41%) e produção (29%) respectivamente, totalizando 70% dos problemas que ocorreram nessa máquina, sem desconsiderar o fato de que o ferramental também gera uma quantidade significativa (24%) de problema para a melhoria do desempenho da empresa.

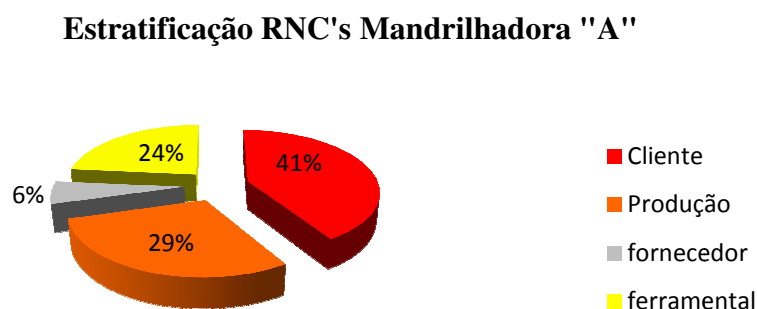


Figura 33– Origem dos problemas na Mandrilhadora “A”

A Figura 34, mostra que dos 8,8% de erros encontrados, do total, na inspeção final, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os dois principais problemas que ocorreram, são devido a um erro da produção (46%) e cliente (27%) respectivamente, totalizando quase 75% dos problemas que ocorreram nessa etapa final do processo, sem desconsiderar o fato de que o método (processo) também gera uma

quantidade significativa (13%) de problema para a melhoria do desempenho da empresa.

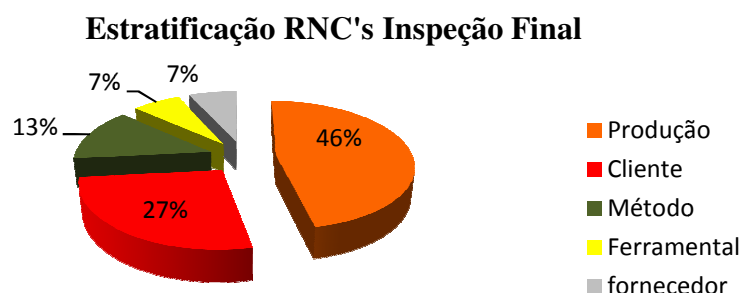


Figura 34– Origem dos problemas na Inspeção final.

Foi verificado que os três maiores problemas estavam relacionados com a produção (38% dos erros), com o cliente (32,7% das dificuldades), e com o ferramental (14,6% dos erros) respectivamente, totalizando mais de 85% do total de problemas ocorridos na empresa durante o semestre 1 de 2010, conforme mostrado na Figura 35.

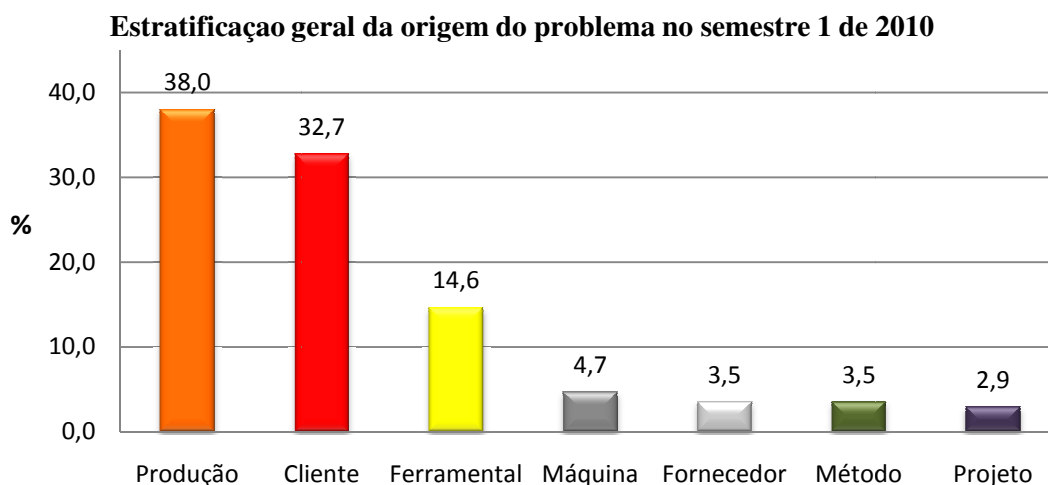


Figura 35– Estratificação de RNC's por origem do problema no semestre 1 de 2010

Ainda pela mesma Figura 35, o segundo maior problema, vem de variáveis externa a empresa, o cliente (32,7%). No caso desta empresa, a grande maioria dos clientes é quem fornecem o material para prestação do serviço (usinagem, tratamento térmico, cromação). Essa matéria prima pode chegar à empresa com algumas imperfeições, dificultando o processo de prestação de serviço, atrasando o planejamento inicial da produção e elevando o tempo e custo de fabricação da peça. Outra dificuldade

em relação ao cliente, está nos desenhos e informações, de uma maneira mais geral, enviados pelo cliente, pois a qualidade e clareza não são sempre boas.

Como existe um grande problema que está relacionado diretamente com o próprio cliente, (segundo maior problema, com 32,7% dos problemas relacionados ao atraso na entrega), houve a necessidade de uma reunião com a diretoria da empresa (que no caso deste projeto está atuando, também como Executivos líderes e *Champion* da estrutura hierárquica PQSS) para definir o foco principal de atuação da melhoria do processo, em relação ao R.C, entre resolução de problemas internos ou externos, e no caso da tratativa externa, qual estratégia a ser adotada.

Essa reunião é necessária para um alinhamento estratégico, e no caso, foi definido como objetivo central, concentrar esforços para resolver os problemas relacionados à produção e ferramental, conforme ilustrado na Figura 35, já que para empresa, especialmente nesse momento de retomada do mercado pós-crise 2008, não seria conveniente indicar problemas de seus clientes, já que ainda há outros grandes problemas internos para se melhorar, antes de cobrar melhorias no cliente.

Retomando então, o objetivo de se melhorar os outros dois grandes problemas relacionados com prazo de entrega (origem produção e origem ferramental), ou seja, pode ter uma área de atuação grande com as variáveis internas para melhoria do processo, aproximadamente mais da metade dos problemas da empresa.

Apesar do pilar relacionado ao problema de máquina ser relativamente pequeno (4,7%) em relação aos outros dois grandes problemas de atuação, em que será feito análise com mais detalhes na próxima etapa do processo de melhoria DMAIC do PQSS, a etapa de análise.

Os outros problemas: método (3,5%), fornecedor (3,5%) são relativamente pequenos (somados os dois problemas chegam a 7%), quando se comparado com os dois maiores problemas de atuação, que somados ultrapassam 52% dos problemas.

No caso do Pareto relacionado ao problema projeto (2,9%), da Figura 35, foi um caso especial, em que ocorreu especificamente para certo cliente, em que houve uma dúvida de montagem de uma peça entre a empresa e o cliente, e que foi verificado somente após a montagem final dessa peça.

Ao se fazer a medição mensal dessas origens, para verificar a tendência, mostrado na Figura 36, nota-se que a variação de algumas origens está tendendo a aumentar (como o problema produção) e outras praticamente em um nível estável, porém muito alto (como os problemas relacionados ao cliente e ao ferramental).

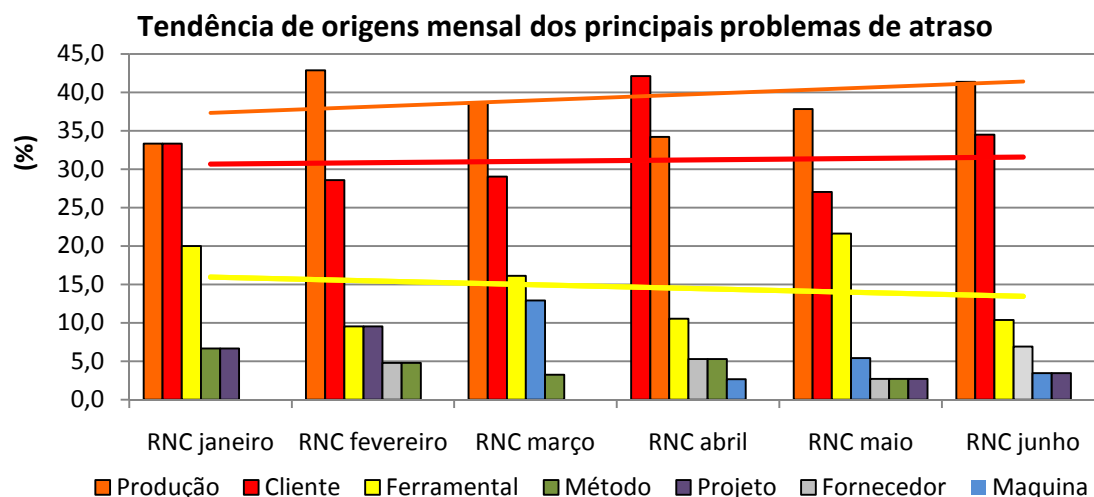


Figura 36 – Gráfico de tendência de origens mensal dos principais problemas de atraso

Esses motivos da Figura 36, somados, mensalmente, geram um grande número de atrasos na entrega dos P.V.'s ocasionando um grande número de replanejamento por parte do PCP, nas ordens de produção, como mostrado na Figura 27– Quantidade de Replanejamento por pedido antes do PQSS.

Visto que os maiores ocorrências de RNC são geradas na produção, busca-se identificar os maiores causadores das mesmas, para poder analisar o motivo que isso ocorre, na próxima fase do processo DMAIC. Dentre os maiores causadores de RNC tem-se, ilustrado na Figura 37.

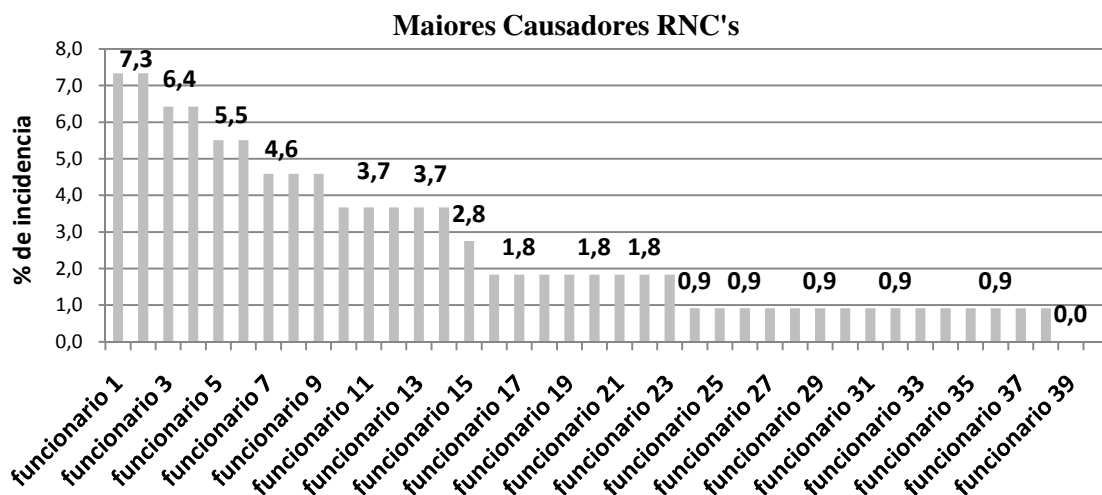


Figura 37 – Maidores causadores de RNC

Realizado todos os levantamentos necessários para medir o processo atual da empresa, sendo que alguns destes serão analisados com mais detralhes na próxima fase, é medido de uma maneira geral a situação de atraso nos prazos de entrega.

Para essa verificação e análise, é elaborado um controle estatístico do processo de atraso dos P.V.'s, para que se possa medir a variabilidade em relação aos dias de atrasos no prazo de entrega, em que cada data, mostrada na Figura 38, representa um PV's. O atraso em dias de sua data de entrega original está representado no eixo das coordenadas.

### CEP: Controle de atraso antes do Seis Sigma

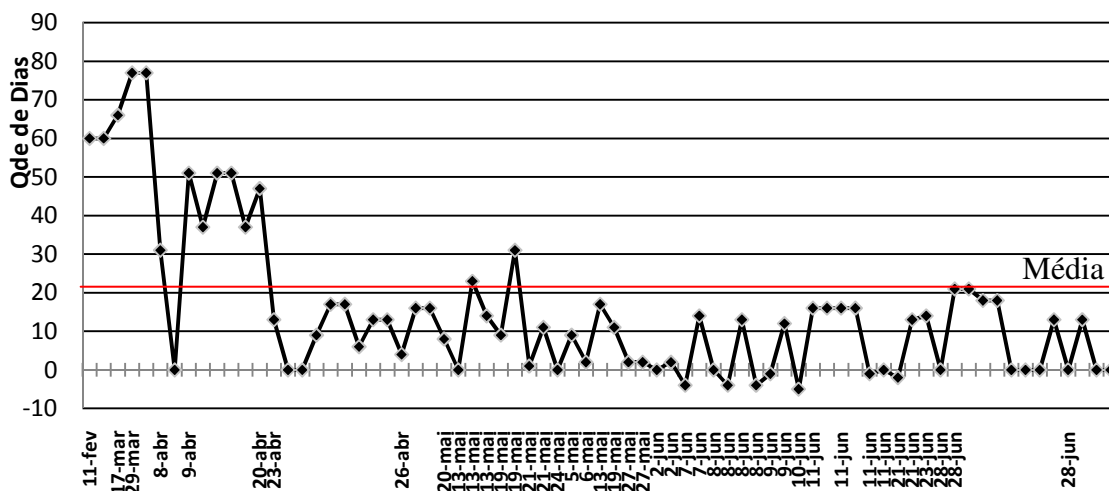


Figura 38 – Controle na variação do processo atraso de entrega antes melhoria



Tem-se um processo em que há pontos altos, muito afastado da média de dias atrasados, pois essa média gira em torno de vinte e três dias de atraso, em que há vários picos acima dos sessenta dias de atraso, indicando um processo extremamente instável e fora de controle, esses dados ficarão fora das análises e cálculos, por se tratar de uma anomalia isolada e não repetitiva.

Após ser realizada essa etapa, de medir, do processo de melhoria DMAIC sob abordagem do PQSS, e obtendo as informações necessárias, para prosseguir na próxima etapa, que é a etapa de análise mais profunda das informações levantadas e pré-analisadas até agora, com o objetivo de se descobrir a verdadeira causa raiz da instabilidade do processo.

#### 4.5 Analisar (A)

Nessa etapa, é feita uma análise mais detalhada das informações levantadas na etapa anterior, bem como a definição do sigma do processo atual, através de algumas das ferramentas da qualidade, para entender as principais causas raiz que frequentemente ocasionam ruído no processo, conforme ilustrado na Figura 39, determinando as prioridades do foco da ação de melhoria do processo.

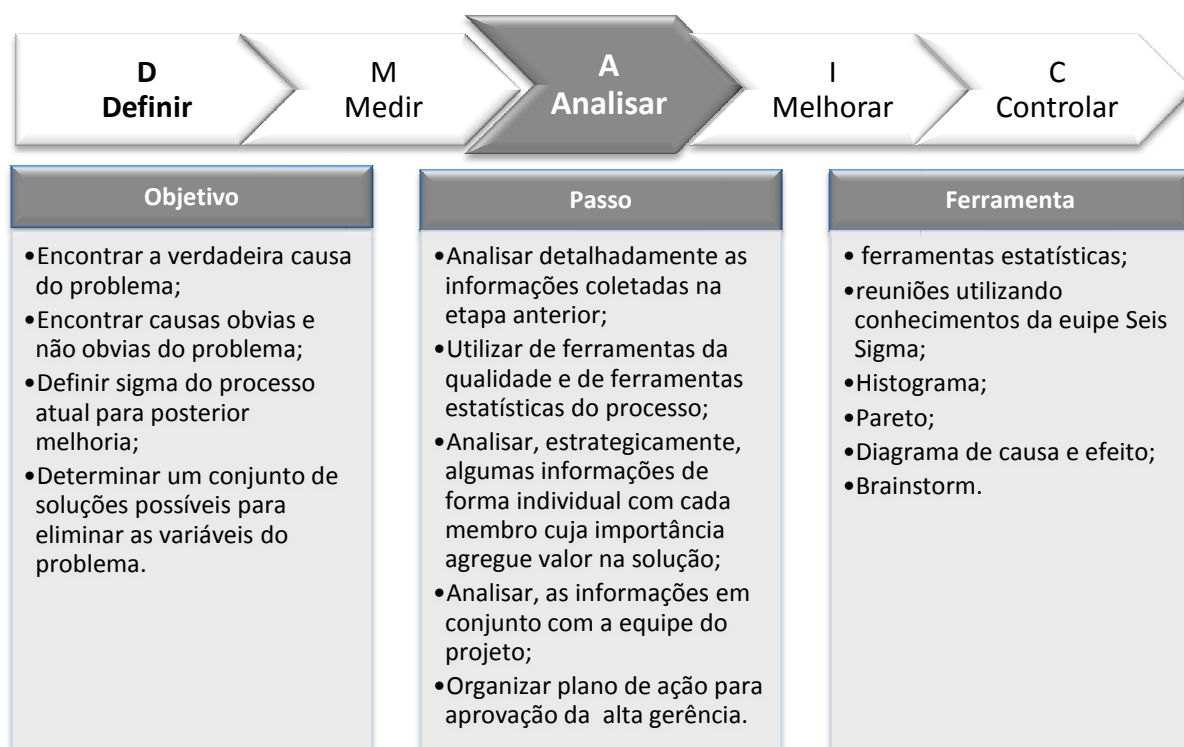


Figura 39 – Etapa analisar: objetivos, passos e ferramentas

A estratégia aqui foi utilizar em alguns momentos, análise dos dados levantados na etapa anterior, individualmente com cada responsável de cada setor, eliminando a possibilidade de timidez e discussão desnecessária na análise de um setor em relação a outro. Outrora, as análises dos dados foram feitas em conjunto com vários responsáveis das de cada área de interesse no projeto, de acordo com a situação que seria de importância para colaborar com um resultado positivo, como será visto adiante.

#### **4.5.1 Análise dos dados coletados**

A primeira análise a ser feita, é em relação à Figura 25– Visão geral da empresa antes do Programa de Qualidade Seis Sigma, em relação ao índice de produtividade. Pode-se concluir que um novo método de cálculo de produtividade tem que ser feito para melhoria na informação desse índice, pois:

- o índice de produtividade não está atrelado aos requisitos do cliente no que tange prazo de entrega, já que foi visto que um baixo índice no prazo de entrega não afetou o índice de produtividade;
- o índice de produtividade está sendo mascarado por uma linha de produção, em que não é produzido por encomenda, de um cliente que mantém uma repetibilidade de pedidos na empresa;
- o índice de produtividade está relacionado com o faturamento mensal da empresa e não com sua produção.

A situação real dos pedidos, é ilustrados na Figura 40, em que são mostrados apenas os serviços prestados sob encomenda, a partir do mês de fevereiro, em que se deu início desse controle. Nota-se também, que a condição é bem diferente da inicial, pois há muito mais pedidos atrasados.

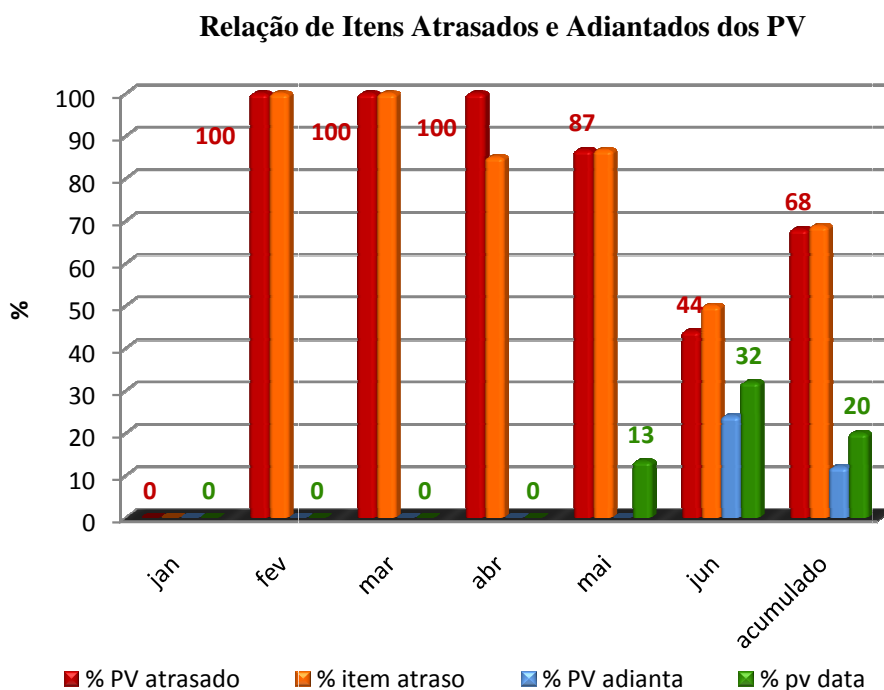


Figura 40 – Situação real de Itens Atrasados e Adiantados dos PV

Em relação ao planejamento, pode-se concluir que o setor de P.C.P. possui um controle da produção falho em que acarreta na constante mudança do plano inicial.

A área comercial também não consegue possuir a autoridade na qual deveria ter, para cobrar o P.C.P. da importância do prazo de entrega para satisfação do cliente.

A segunda análise a ser feita é em relação à Figura 27– Quantidade de Replanejamento por pedido antes do PQSS, em que são observadas três questões importantes:

- não existe um conceito para se mudar a data original de entrega de um pedido. Essa data é alterada conforme atrasos na produção, ou seja, o planejamento existe apenas como uma referência a ser cumprida, pois o planejamento segue a necessidade da produção, ao invés da produção seguir o planejamento. A data de entrega oferecida ao cliente, é aquela que ele quer, sendo que na prática, essa data não vai ser cumprida;
- falta de cobrança para o cumprimento do planejamento, pois não existe cobrança por parte de outras áreas, tal como a do comercial, em relação à replanejamento, para atender as necessidades do cliente;

- existem mudanças feitas para tentar atender a pressão da diretoria para alguns clientes, em que há replanejamento de um cliente para atender outro, sendo que nessa mudança, muitas vezes geram atrasos de vários outros clientes, devido à mudança inteira do processo (setup de máquina, transferência de programa de usinagem, material em estoque).

A terceira análise a ser feita é em relação à Figura 35– Estratificação de RNC's por origem do problema, na qual se buscou, dentro da origem de cada problema, o motivo que isso ocorre. Houve a necessidade de uma reestruturação no formulário de RNC, para uma padronização dos motivos para uma análise mais clara e objetiva, ilustrado na Figura 41.

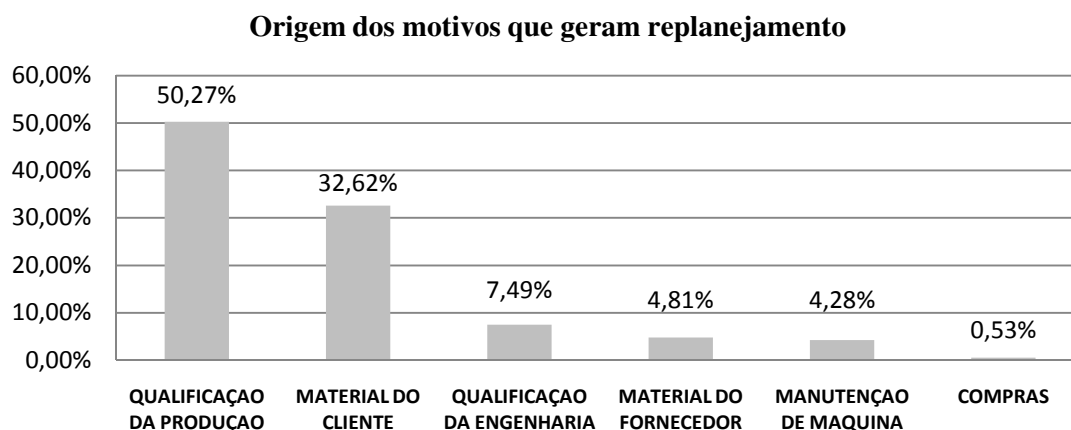


Figura 41 – Origem dos motivos que geram replanejamento

Fica evidenciado que o maior causador de RNC's está na qualificação técnica da produção, seguida pela má qualidade do material fornecido pelo cliente. A qualificação da engenharia chama atenção, pois deveria partir do pressuposto que a engenharia não poderia causar nenhuma RNC, e sim resolvê-las.

Outra informação importante a ser analisada, é o fato de que, mesmo aparecendo com uma porcentagem relativamente baixa de incidências, é a manutenção de máquina, que quando ocorre, provoca uma perda grande por parada, pois fica muito tempo aguardando a manutenção ser realizada.

Em outra análise da Figura 41, levando em consideração os problemas de qualificação da produção, como um dos grandes causadores de RNC's, assim como a qualificação da engenharia que chamou a atenção por gerar uma grande perda no prazo de entrega do serviço de usinagem, leva a uma segmentação mais detalhada desses dois

fatores. Para obter essa informação, foi feito um novo filtro em reuniões com as áreas de qualidade, fábrica e engenharia, envolvendo seus líderes, obtendo as informações geradas na Figura 42.

Nota-se a ausência do problema outrora denominado “ferramental” da Figura 35– Estratificação de RNC's por origem do problema, pois após análise dos problemas antes relacionados como ferramental, verificou-se que sua origem era por problemas de qualificação técnica da produção. Se analisar as informações da Figura 35, pela Figura 42, com o mesmo padrão de cores correspondentes a cada problema, encontra-se que alguns dos problemas classificados como ferramental, foram reclassificados como de origem da produção, como é o caso, por exemplo, de quebra de ferramenta, em que a causa não é problema da ferramenta, e sim, na maneira de se usar a ferramenta, reclassificando a causa do problema como sendo aplicação incorreta da ferramenta, ou erro de manuseio ou fixação da peça. Isso ocorre devido à falta de orientação ao funcionário de como preencher os documentos de controle, ou até mesmo pelo fato do próprio funcionário não admitir um erro operacional, classificando-o como problema ferramental.

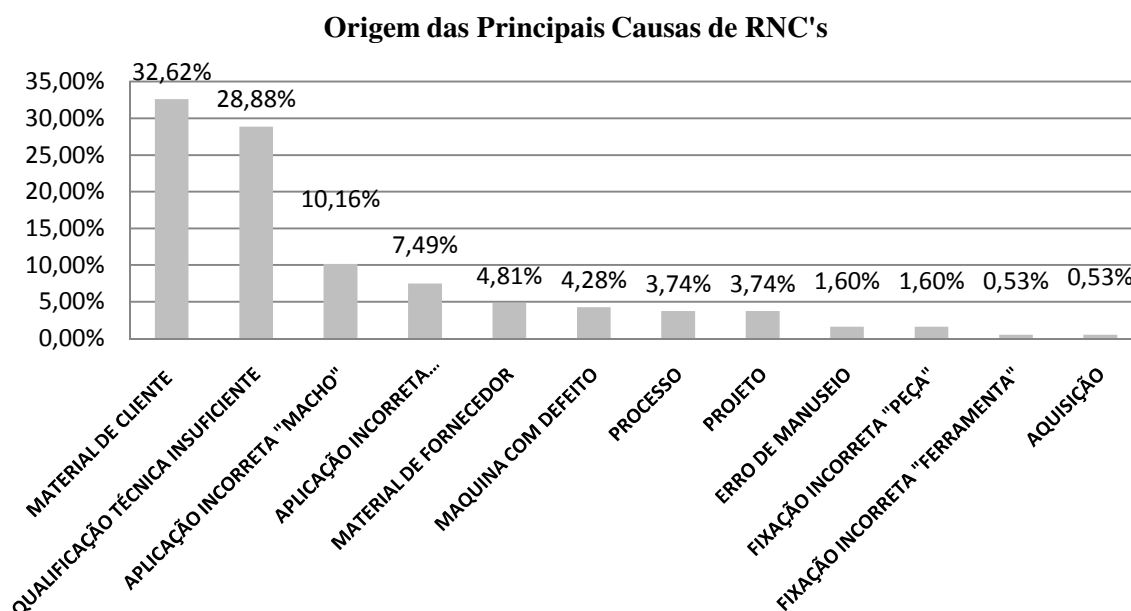


Figura 42 – Origens das principais causas que geram RNC's

Ao se analisar o problema de qualificação da engenharia, observou-se dois segmentos, o setor de processo, onde são gerados os programas para usinagem na

produção, bem como seu processo descritivo de como executar a usinagem, e o setor de projeto.

Com essa análise mais específica e mais segmentada das principais causas que geram RNC's, da Figura 41, junto à análise da Figura 37 – Maiores causadores de RNC, pode-se observar os principais causadores de cada uma delas, e identificar as maiores carências de qualificação técnica de cada funcionário responsável por essas causas, gerando as informações ilustradas na Figura 43.

Depois de ter encontrado os principais causadores das principais causas, é finalizado um primeiro ciclo de análise com relação aos funcionários, identificando em qual segmento deve-se atuar as melhorias primarias com relação à capacitação técnica.

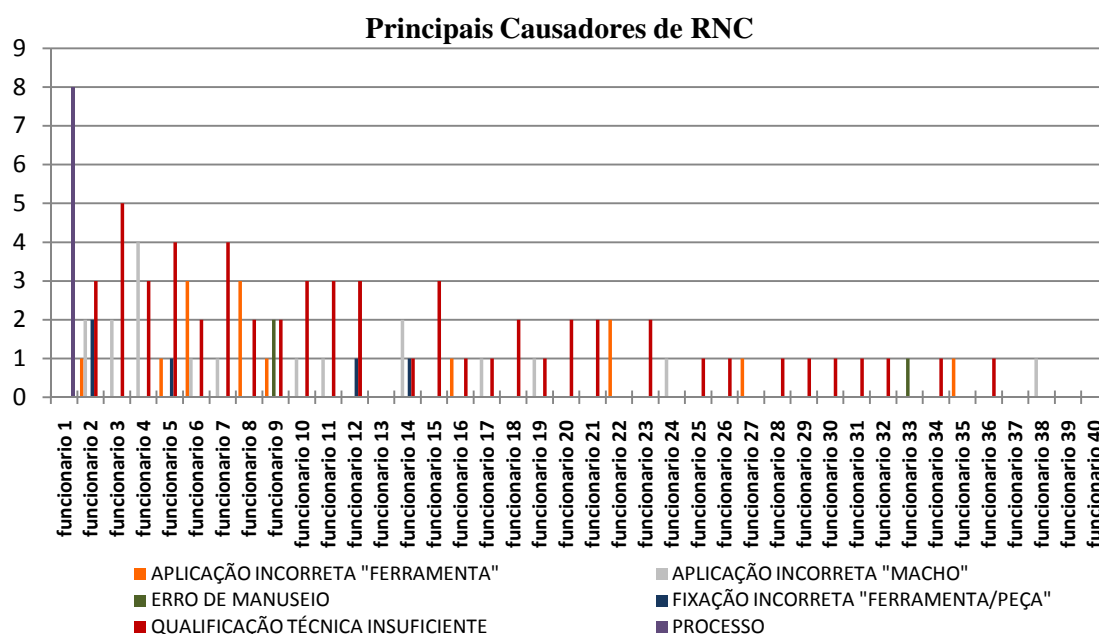


Figura 43 – Principais causadores de RNC's

Apesar de ter encontrado algumas causas para o problema de RNC gerada pela produção, ainda não se tem todas as informações necessárias para avaliação de todas as causas verdadeiras dos dois maiores problemas da Figura 28– Motivos de atraso que geram Replanejamento, iniciando o segundo ciclo de análise, relacionado aos índices de desempenho do PQSS.

#### 4.5.2 Medindo a capacidade Sigma do processo atual

Dando continuidade ao segmento dos levantamentos da etapa anterior, uma análise importante a ser realizada com relação à Figura 38 – Controle na variação do processo atraso de entrega antes melhoria, diz respeito a grande variação de dias de atraso para cada pedido, ou seja, há uma amplitude muito grande com relação aos dias de atraso, tendo serviços entregues com grandes picos de atraso, e outros com um mínimo de atraso.

Os pontos fora da curva podem interferir diretamente no valor do sigma do processo de entrega da empresa, pois, o valor da média de dias de atraso, é diretamente influenciado por ele.

Esses pontos fora da curva não podem ser desconsiderados do cálculo, com exceção dos três primeiros pontos (causa especial – responsabilidade do cliente), pois é exatamente neles que será feita uma atuação de melhoria, pois os mesmos se repetem ao longo do tempo com uma frequência considerada.

Com as informações do Anexo G (descrito no capítulo 4.4.2, pag. 88), obtém uma média, para os pedidos atrasados, de cerca de 16 dias, em um número de 49 amostras relacionadas ao período de janeiro a junho, assim pode-se verificar a variabilidade do processo em relação a atraso de entrega, quantificando em dias de atraso, estipulando o valor sigma do processo, de acordo com a (Eq.1), somente para pedidos que atrasados, encontrando os valores demonstrados na Tabela 17.

Tabela 17 – Calculo inicial do sigma do processo para dias de atraso

Variáveis	Valores
$\sigma$	12,84
Média de atraso (dias)	16,16
$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$	8075,00
n-1	49

Para a média de dias de atraso, não foi utilizado PV em que foi entregue na data (dias de atraso igual a zero), e nem PV em que foi entregue com dias adiantados (dias de

atraso menor que zero), pois essa análise está relacionada apenas para a variação entre o desvio de dias após ter gerado o atraso, o que gera cinquenta amostras de setenta e cinco, (ver Anexo G). Sendo assim, para essa análise, a quantidade de PV's entregues adiantados ou na data, não melhoram o desempenho de entrega para o valor do desvio.

A razão desse procedimento se deve ao fato de que se consegue dessa maneira estabelecer um atraso mais padronizado, ou seja, desvio de atraso mais homogêneo em relação à média real de atraso, tornando o processo mais estável e dentro de controles mais fechados.

Após ter encontrado o valor de sigma para esse processo no período anterior ao do projeto de melhoria aqui proposto, o próximo passo foi estipular o valor do  $C_p$ , de acordo com a (Eq.3) e os limites do processo, mostrado na Tabela 18, utilizando o limite de tolerância teórico de acordo com a (Eq.2).

Tabela 18 - Determinação do valor do  $C_p$  para dias de atraso

Variáveis	Valores
$C_p$	0,28
LTS	21,61
LTI	0

Verificando a situação atual do processo em relação ao  $C_p$ , foi encontrado um valor muito baixo, de acordo com a teoria da Tabela 1: Análise do  $C_p$  e  $C_{pk}$ , mostrando que há muita instabilidade na capacidade do processo.

Quanto aos limites de tolerância e média de atrás, o LTI não depende de nenhuma fórmula teórica, pois o objetivo é que se tenha na média de atraso, zero atraso, portanto o controle deve ser feito de zero atraso até um limite superior de tolerância.

Em relação ao LTS (21,61 dias) e a média de atraso do processo (16,16 dias), ambos se encontram com valores muito altos, bem como o valor do sigma do processo (17,20), demonstrando um processo incapaz de atender aos pedidos no prazo.

Como a análise do sigma do processo apenas pela variável dias atrasados não se deixa interferir pelos pedidos que não atrasam, portanto não indica a relação dos pedidos que geram dias de atraso com pedidos que não atrasam, o que quer dizer que,



uma vez em que houve atraso em um pedido, o sigma do processo, portanto o Cp também, estarão comprometidos sem possibilidade de melhora, a não ser que haja outro atraso menor no processo, o que não é o objetivo deste trabalho.

Sendo assim, outra análise do sigma do processo também é válida, em que agora é verificada a relação dos pedidos que atrasam e os pedidos que são entregues na data (adiantados são considerados entregues na data). Para essa segunda situação, tem-se um número de setenta e cinco amostras, relacionadas no mesmo período de março a junho, obtendo uma média de onze dias de atraso entre pedidos que atrasassem e foram entregues na data, verificando uma variação no processo de um novo valor de sigma, conforme Tabela 19.

Tabela 19 - Calculo inicial do sigma do processo para dias de atraso e na data

Variáveis	Valores
$\sigma$	<b>13,07</b>
Média de atraso (dias)	11,05
$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$	12647,78
n-1	74

Após ter encontrado o valor de sigma para esse processo no período correspondente de março a junho, que antecede ao do projeto de melhoria aqui proposto, consegue-se estipular o novo valor do Cp, mostrado na Tabela 20, e os novos valores dos limites.

Tabela 20 - Determinação do valor do Cp para dias de atraso e na data

Variáveis	Valores
<b>Cp</b>	<b>0,20</b>
LTS	15,58
LTI	0

Nota-se que os valores encontrados da Tabela 19 e Tabela 20, para o sigma do processo, assim como a média de atraso, e o limite de tolerância superior, com exceção

do valor de  $C_p$ , são menores, em relação aos valores encontrados da Tabela 17 e Tabela 18, conforme mostrado na Tabela 21.

Tabela 21 – Comparação entre desvio: dias de atraso com dias de atraso e entregue na data

Variáveis	Dias de atraso	Dias de atraso e na data
<b>Média de atraso</b>	<b>16,16</b>	<b>11,05</b>
LTS	21,61	15,58
$\sigma$	<b>12,84</b>	<b>13,07</b>
<b><math>C_p</math></b>	<b>0,28</b>	<b>0,20</b>

Essa melhoria deve ao fato dos pedidos entregues na data, diminuírem o desvio em relação à média. Já o valor do  $C_p$  é maior, pelo fato de que, se por um lado o processo está com um desvio menor, por outro, está com uma variação maior nos dias de atraso.

Esses indicadores mostram a instabilidade do processo atual com relação aos atrasos ocorridos na entrega dos pedidos, e precisam ser melhorados para o cumprimento dos requisitos do cliente.

#### 4.5.3 Definições das melhorias

Para busca das causas raiz que geram essa instabilidade, inicialmente foi realizado um *Brainstorm* em reunião conjunta com os participantes do projeto PQSS. Essas informações foram então filtradas de acordo com dois roteiros de Ishikawa, na qual um foi realizado para o efeito RNC e o outro para o efeito atraso na entrega, em que as causas principais foram classificadas em: processo; operador; máquina; material; qualidade; fornecedor; cliente (ver Anexo B e Anexo C).

É válido ressaltar que o problema de RNC está contido no problema de atraso de processo, porém, por ser uma grande causa, está sendo tratado de forma separada. Além disso, nota-se que há uma grande maioria de problemas em comum entre o efeito RNC e atraso de processo, o que significa que se for melhorado para um efeito, melhora-se para o outro efeito também.

O filtro das informações adquiridas no *Brainstorm* em conjunto com a equipe do projeto PQSS, foi realizada em reuniões separadas com as áreas de processo, controle da qualidade, produção, PCP e por último com a gerência, em que cada área contribuiu individualmente para elaboração dos Anexo A e Anexo B. Nota-se que há um grande número de sub causas concentradas nas causas principais de operador e processo, indicando um caminho de prioridade nas melhorias a serem realizadas.

Para cada causa secundária, foi utilizada a ferramenta dos “cinco por quês”, para se buscar a causa verdadeira de cada sub causa que teria que ser eliminada como ruído do processo, preenchendo uma tabela (ver Anexo D). Nessa tabela há um sistema de cor, em que as causas em azul são links de causas finais já citadas em cor de vermelho.

Foi realizada uma análise mais detalhada, envolvendo a gerência, de cada causa secundária encontrada como raiz, para estabelecer as respectivas soluções para cada causa raiz encontradas, preenchendo uma tabela (ver Anexo E). Nessa tabela também há um sistema de cor, em que as causas em azul são links de causas finais já citadas em cor de vermelho.

Foi então finalizada a etapa de análises com as causas raiz e soluções para estas, com o caminho de onde se deveriam priorizar as melhorias, em que deveria ser aplicadas, e como deveria ser aplicadas.

#### **4.6 Melhorar (I)**

Nesta etapa, como ilustrado na Figura 44, é realizada um estudo para encontrar um conjunto de soluções, que melhor se aplique a realidade da empresa, com o objetivo de se reduzir o maior número possível de variáveis que ocasionam ruído, e aplicá-las de acordo com requisitos de interesse, como por exemplo, custo da aplicação, ou facilidade de aplicação, determinando as prioridades do foco da ação no do processo.

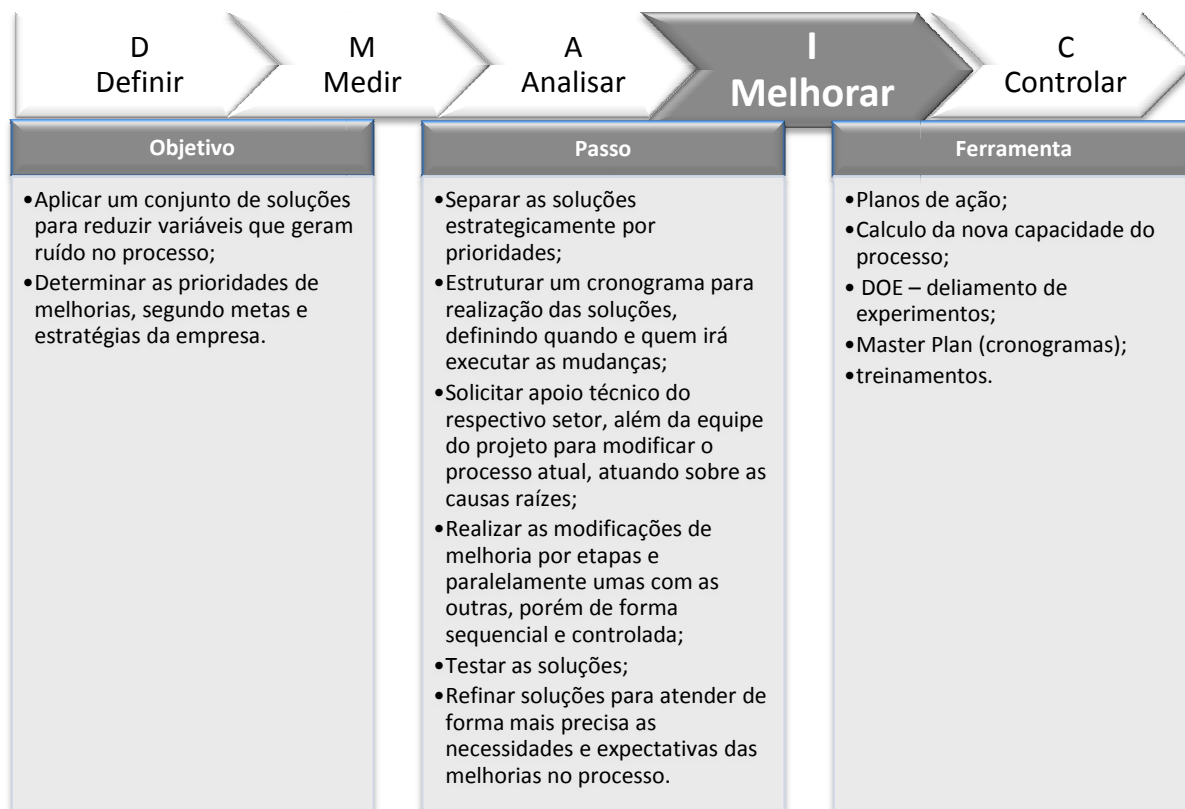


Figura 44 – Etapa Melhorar: objetivos, passos e ferramentas.

#### 4.6.1 Plano de implementação

A estratégia foi utilizar em alguns momentos, estruturação de um conjunto de solução individualmente com o gerente da fábrica, que usualmente ditava a condição final das soluções para melhoria.

Outrora, as soluções a serem aplicadas, foram encontradas em conjunto com toda equipe participante do projeto PQSS, enriquecendo o plano de melhorias com mais de uma solução para alguns dos problemas encontrados na etapa anterior.

Para cada solução encontrada na análise da etapa anterior, foi determinado quem seria o responsável por executar a tarefa ou liberar a tarefa para ser executada, assim como também foi determinado um cronograma a ser cumprido para cada melhoria a ser realizada (ver Anexo F).

Além das melhorias técnicas encontradas na etapa de análise e citadas no Anexo E, foram realizadas outras melhorias, paralelamente a essa etapa, iniciado na etapa Medir e concluída na etapa Melhor (I), que trouxe melhoras para o processo, alinhado com o objetivo proposto no projeto.

#### **4.6.2 Melhorias implementadas**

O conjunto de solução para reduzir o atraso de entrega e otimizar o processo, foi organizado em melhoria de processo; de cultura; de treinamento; de disciplina; de investimento, estratégica e de reformulação nas normas, para facilitar na implantação e posteriormente no controle das mesmas. Além dessa organização, cada item do Anexo E, foi organizado, conforme mostrado na Tabela 22, em:

- **concluída:** a melhoria foi aplicada e implementada;
- **andamento:** a melhoria está sendo aplicada em fase de teste para ajustes, e/ou está sendo aplicada em etapas para viabilizar o custo benefício;
- **aguardando:** a melhoria está na fila, devido a acúmulos de tarefas e funções a serem executadas ao mesmo tempo, e/ou aguardando análise e definição estratégica para ser implantada;
- **parada:** melhorias em que haja a necessidade de investimentos, ficam paradas até que se complete a implantação de todos os outros itens.

Tabela 22 – Classificação das melhorias implantadas e não implantadas

Melhorias											
Investimentos	Status	Disciplina	Status	Reformular normas	Status	Treinamento	Status	Mudança cultural	Status	Mudança processo	Status
Item 8	Aguardando	Item 1	Ok	Item 10	Aguardando	Item 5	Ok	Item 2	Andamento	Item 6	Andamento
Item 13	Ok	Item 3	Ok	Item 18	Aguardando	Item 7	Ok	Item 11	Ok	Item 21	Ok
Item 23	Parado	Item 4	Ok	Item 32	Ok	Item 9	Ok	Item 15	Ok	Item 22	Ok
Item 24	Parado			Item 36	Aguardando	Item 12	Ok	Item 16	Andamento	Item 27	Aguardando
Item 25	Andamento					Item 14	Andamento	Item 19	Ok	Item 28	Aguardando
Item 41	aguardando					Item 17	Aguardando	Item 20	Ok	Item 29	Ok
						Item 35	Aguardando	Item 26	Andamento	Item 33	Aguardando
								Item 30	Parado	Item 34	Ok
								Item 31	Ok	Item 37	Ok
								Item 38	Ok	Item 39	Andamento
										Item 40	Andamento
										Item 42	andamento

#### 4.6.2.1 *Melhoria de processo*

Quanto às melhorias de processo, podem-se destacar alguns controles gerados, em que, ou antes não havia, ou estavam desativados, e têm-se como destaque na influência da melhoria, ferramentas para análise e prevenção do não cumprimento do prazo de entrega, tais como:

- Relatórios de horas paradas de máquinas, que voltou a ser preenchido corretamente, gerando a visualização e análise dos dados fornecidos pela Figura 29 – Motivo de paradas de máquina;
- Ferramenta para controle de pedidos executados e pendentes, definindo data de entrada, data de mudança na entrega e data de saída, conforme descrito no Anexo G, com informações anteriores ao período da implantação das melhorias;
- Ferramenta para controle de motivos de replanejamento na entrega de pedidos, conforme mostrado no Anexo H, com informações anteriores ao período da implantação das melhorias.

Além das melhorias citadas acima, pode ser destacados alguns itens de melhorias do Anexo E, com itens já concluídos, outros ainda em andamento:

- Item 21: simulação dentro do programa antes da usinagem, através de criação dos comandos de simulação dentro do programa;
- Item 22: quando transferir um programa entre máquinas, verificar linha a linha o programa e usinar por comandos de bloco;
- Item 29: filtragem de qualidade do fornecedor para possível troca, e classificá-los, exigindo melhor qualidade;
- Item 34: especificação da ferramenta a ser usada no processo de fabricação, colocando especificação na O.P.;
- Item 37: liberação do serviço para entrega apenas no turno um, pois a inspeção final é realizada apenas neste;
- Item 39: verificação na fase de orçamento e na construção do processo, necessidades de uso dos instrumentos e sua disponibilidade;
- Item 40: garantia de inspeção final da peça;

- Item 42: verificação pelo recebimento das dimensões na entrega do fornecedor ou do cliente.

Os itens 27, 28 e 29, respectivamente, controle de estoque, padronizar verificação de ferramenta gasta e verificação da ferramenta na fase de orçamento e montagem do processo de usinagem, estão em situação de aguardando.

#### 4.6.2.2 *Melhoria de cultura*

As melhorias culturais resultaram em uma pró-atividade para melhoria do processo e em um sistema de comunicação mais claro e objetivo entre áreas de interesse, para prevenir atraso na entrega, sendo motivado pela diretoria da empresa.

As mudanças deram-se logo no início do projeto, a partir do momento em que a diretoria começou a difundir o projeto proposto neste trabalho pela empresa. Foi implantada, com as áreas de compras, engenharia, PCP, comercial e produção, reuniões semanais com o objetivo de melhorar a comunicação entre as respectivas áreas, verificar atraso na produção e manter um comprometimento de melhoria no processo.

A implantação dessa melhoria, foi uma etapa de fundamental importância para o sucesso do projeto, pois eram nessas reuniões que se geravam as principais informações de atraso de entrega e replanejamento dos serviços, e o ajuste na produção era realizado com um impacto menor aos requisitos do cliente, melhorando a satisfação do mesmo.

Outra melhoria, está implícita, porém é facilmente vista nas atividades cotidianas de algumas áreas, como a área da qualidade, área comercial e o gerente da fábrica, em que tiveram uma aceitabilidade positiva nas propostas de melhoria, causando um impacto positivo no cotidiano das outras áreas, com o foco em se manter os resultados positivo de mudança que a empresa estava passando no momento, sendo q além de executar as novas atividades, também cobravam de quem o teria que fazê-las.

Além das melhorias citadas acima, pode ser destacada também, outras mudanças relacionadas a alguns itens de melhorias do Anexo E, tendo alguns itens já concluídos, outros ainda em andamento:

- Item 2 – motivação de funcionário, tornando-o importante para o processo de melhoria e do cotidiano;



- Item 11 - operador não executa a tarefa quando não for de sua função executá-la, por necessitar de qualificação técnica específica, mesmo que venha uma ordem de produção para ele;
- Item 15 – iniciado um processo histórico de erros e falhas, com o PCP, no apontamento da produção;
- Item 16 – padronização, informação e utilização de novos padrões de cadastro de cada item novo a ser inserido no sistema;
- Item 19 - criado um costume de comunicação entre troca de turnos (operadores + liderança), algumas vezes apenas verbal, outras, padronizado em livro de ocorrência em cada máquina, adquirindo a disciplina de preenchimento e leitura;
- Item 20 - planejando mudança com mais antecedência, diminuindo problemas inesperados;
- Item 26 - cobrar de alguns fornecedores, especificações corretas para utilização de cada ferramenta, aumentando a vida útil da mesma, diminuindo quantidade de trocas, desgastes e quebras;
- Item 31 - solicitar agilidade do fornecedor e do transporte interno com mais rigor e disciplina;
- Item 38 – cobrar dos gestores, comunicação planejada entre as áreas para discussão e resolução de problemas;

O Item 30 - solicitar agilidade em compras, dando autonomia de compra até um valor determinado, sem que haja necessidade de aprovação da diretoria, está em situação de aguardando.

#### 4.6.2.3 *Melhoria de treinamento*

Muitos dos treinamentos são de natureza interna e estão relacionados com a execução das novas atividades e responsabilidades de seus executores. Tanto o conteúdo do material, quanto a execução do mesmo, é feito por etapas de importância e necessidade, e aplicado por etapas, para cada grupo de funcionários selecionado a fazer.

Entre os treinamentos descritos no Anexo E, pode-se destacar:

- Item 5 – treinamento dos novos procedimentos de conduta no trabalho;
- Item 7 – aumentar quantidade de treinamentos internos para funcionários;
- Item 9 – treinamento dos novos procedimentos para garantia da qualidade da usinagem;
- Item 12 – informação da existência do procedimento a produção e treinamento do cumprimento do mesmo;
- Item 14 – treinamento do processista no novo procedimento de liberação do processo a produção.

Os itens 17 e 35, respectivamente, treinar inspetor para auditar o processo e treinamento para operadores de qual ferramentas utilizarem para cada tipo de processo, e como utilizar, está em situação de aguardando.

#### 4.6.2.4 *Melhoria de disciplina*

Essas melhorias estão relacionadas à conduta e disciplina no trabalho, tanto em relação a condutas de atenção, para se evitar um acidente de trabalho, como também em relação à eficiência no trabalho, devido falta de cobrança dos líderes.

Dentre os itens de melhoria de disciplina do Anexo E - , pode-se destacar:

- Item 1 – iniciado procedimentos de conversas individuais com os funcionários que necessitassem, por motivos particulares ou indisciplina no trabalho, melhorando o fluxo de afinidade e comunicação entre subordinados e chefia de uma maneira geral;
- Item 3 – através de um sistema personalizado para cada funcionário, inicio-se uma análise padronizada para advertências, que pode variar entre advertências verbais até advertências de suspensão;
- Item 4 – foi aumentado o nível de cobrança disciplinar, desde a nível operacional, até nível gerencial, com relação ao cumprimento do código de conduta da empresa, através de indicadores de produtividade de cada posto específico.

#### 4.6.2.5 *Melhoria de investimento*

A grande parte desse tipo de melhoria, ou está aguardando análise e definição da diretoria, ou está parada, aguardando na fila de prioridades de investimentos, porém houve um investimento mínimo para atender a algumas especificações de melhorias proposta pelo projeto aqui proposto, como no caso dos itens 13 e 25 do Anexo E:

- Item 13 – aumentou o quadro de funcionários com a contratação de um novo processista, para diminuir o gargalo de atividades com o processista atual, e melhorar a qualidade da interface entre processo e produção, diminuindo a quantidade de RNC gerada por erros de processo;
- Item 25 – iniciou-se uma pesquisa para aluguel de instrumentos necessários para certos serviços, sem que haja a necessidade de espera do envio do mesmo pelo cliente, melhorando o tempo do processo de entrega.

Os itens 8 e 41, respectivamente, treinamento externo para operadores e líderes, e início de execução de uma manutenção planejada, estão em situação de aguardando.

Os itens 23 e 24, respectivamente, modificar transferência de programa atual de cabo (computador / máquina CNC) para transferência via radio, atualização dos softwares e hardware do computador e/ou das máquinas CNC, e para compatibilidade na troca de informação entre ambos, estão em situação de parado.

#### 4.6.2.6 *Melhoria estratégica*

Essas melhorias consideradas estratégicas, podem também, em partes, ser consideradas como melhorias culturais, pois algumas delas estão relacionadas à mudança no comportamento dos gestores da empresa. Como essa mudança implica em um novo direcionamento nas metas da empresa, então é tida como melhorias estratégicas.

Dentre as mudanças estratégicas, pode-se destacar:

- Redirecionamento da visão estratégica da empresa para o planejamento e melhorias, ao invés de práticas corretivas para o processo e práticas de gerenciamento sem incentivo aos funcionários;

- Essa nova visão da alta gerência, gerou uma maior importância em relação ao tempo dedicado da gerência média no planejamento e melhorias de processo de seus respectivos setores;
- Essa nova visão forneceu a possibilidade de uma nova reestruturação nas tarefas executadas no cotidiano, em que algumas das tarefas da gerência média foram delegadas aos seus subordinados diretos, e estes delegaram outras tarefas correspondentes a seus cargos, para seus subordinados diretos, até chegar ao nível de operadores, que foram utilizados de forma mais eficaz, provocando um aumento na eficiência da utilização do tempo de cada nível hierárquico;
- A área do comercial obteve dados mais informativos e reais da situação de entrega para seus clientes, obtendo uma comunicação mais clara e um melhor entendimento com os mesmos.

#### 4.6.2.7 *Melhoria de reformulação nas normas*

Por último, porém não mais importante, está às melhorias realizadas nas normas da qualidade ISO da empresa, como consequência de novos indicadores e controles, bem como novos procedimentos de conduta disciplinar, e novos procedimentos no processo de fabricação, houve a necessidade de uma atualização da mesma.

A melhoria, do anexo E, em que está relacionado ao item 32 (procedimento em que não se use sem a especificação da ferramenta da engenharia), está em andamento, sendo atualizada a norma que rege esse procedimento, logo após o término do treinamento dos envolvidos nesse processo.

Quanto aos itens 10,18 e 36, respectivamente, criar especificação de CEP na norma para o operador, alterar O.P. atual para atender necessidades requeridas do processista, criar procedimento na norma para qualidade auditar o processo estatisticamente, está em fase de aguardando, pois essas etapas requerem um treinamento específico e/ou mudança no sistema de informação da empresa, na qual a diretoria precisa realizar uma análise mais detalhada para executar a tarefa.

Após a realização de testes para algumas melhorias, a implantação de outras, conhecendo o mapa das melhorias que foram implantadas, que estão sendo implantadas

por etapas ou realizando testes para poder ser implantada, será visto na próxima seção, o monitoramento das mesmas, para que se possa verificar o sucesso da implantação e atendimento da meta proposto por esse projeto.

#### 4.7 Controlar (C)

Nesta etapa, conforme ilustrado na Figura 45, há um monitoramento no novo processo, com foco nas modificações realizadas, para verificar a capacidade de ajustes técnicos no novo processo, indicando possíveis melhoras futuras e validar os novos controles e sistemas de medições.

Nesta etapa, os controles foram divididos, e serão mostrados a seguir, dentro de três classificações: Controles qualitativos; Controles quantitativos; Indicadores da capacidade Sigma do processo.

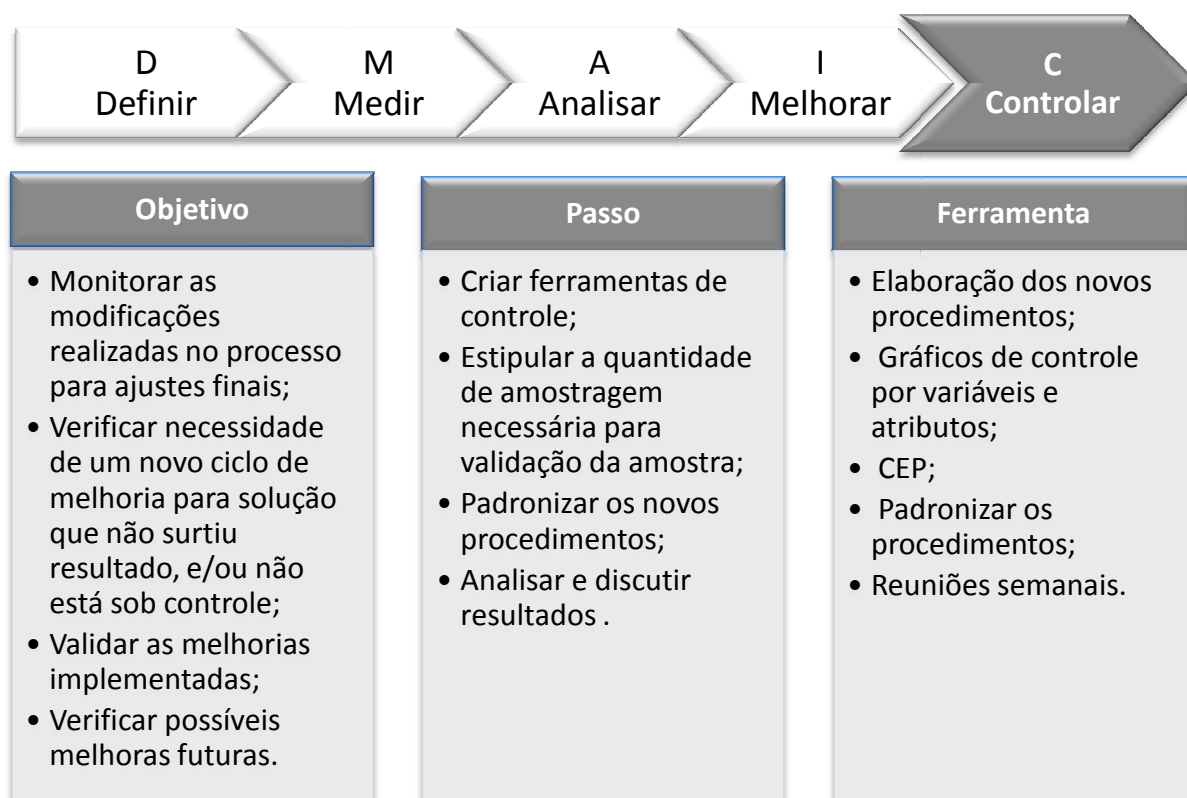


Figura 45 – Etapa Controlar: objetivos, passos e ferramentas.

#### 4.7.1 Controles qualitativos

Segundo Guerrini (2002), a pesquisa qualitativa, tem caráter subjetivo, e considera a existência de uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito da pesquisa. Esse método qualitativo é indicado, pois tais métodos de pesquisa permitem ao pesquisador o estudo de determinadas questões em profundidade e detalhe.

São controles realizados sem dados amostrais, sendo medido apenas pelo comportamento de cada indivíduo, que faz parte do conjunto de ações para redução no prazo de entrega, e estão atreladas as mudanças culturais em relação à qualidade do processo.

Tem o objetivo de verificar se a reunião implantada, como uma das ações de melhorias, para haver um melhor, mais claro e mais precisa fluxo de informações entre as principais áreas de envolvimento no processo, para assim obter um melhor alinhamento entre essas áreas, está surtindo resultados positivos. Também verificar o tempo utilizado pelos líderes, após a reestruturação de suas atividades, sendo utilizado com mais eficiência.

No controle das reuniões, ficou claro alguns pontos importantes e que devem ser destacados como ajustes a serem feitos:

- No início das reuniões, o comercial não tinha força suficiente para poder exigir do planejamento os tempos na qual os clientes exigiam, pois esse processo ocorria na direção oposta, em que inicialmente era o PCP em que ditava o ritmo das mudanças da data de entrega dos pedidos. Essa característica foi se alterando com o tempo, não de forma e com resultado previsto que ocorresse, mas o suficientemente para poder exercer uma pressão maior no PCP para o cumprimento dos prazos, e conseqüentemente na diminuição das mudanças da data de entrega do PV's;
- Ao longo das reuniões, ficou evidente a falta de um controle do PCP em relação às perdas ocorridas na produção. Em cada reunião executada semanalmente, o PCP não constava de nenhum controle ou relatório para acompanhamento e informação das outras áreas envolvidas. Essa

característica foi alterada ao longo do tempo, em que o PCP passou a informar as outras áreas através de controles da produção;

- A falta de um controle por parte do PCP para a produção, implicava na manufatura impor algumas condições para as datas de entrega do pedido, pois o PCP não determinava nenhum tipo de pressão para a mudança da data de entrega do PV, causados pelas perdas geradas na manufatura. Esse fato foi alterado para um controle mais rígido do PCP, que passou a controlar melhor qualquer mudança na data de entrega pela produção.

Outro controle feito, também qualitativo, é em relação às novas atividades exercidas pela média gerência e líderes, sendo medido pelo tempo dedicado no planejamento e melhorias executadas respectivamente pelos mesmos. Ao início da mudança, a delegação de algumas atividades teve resistência por parte de quem está delegando, porém foi bem aceita pelo subordinado. Com o tempo, cada líder conseguiu dedicar-se melhor as melhorias, pois tinham o apoio da diretoria, que servia como agente motivador.

No controle do tempo dedicado a melhoria do processo e da qualidade pelos líderes, observou-se uma adaptação entre os cargos para as novas, em que ocorreu uma fase de treinamento, e como consequência, sobrecarga dos líderes com o gerenciamento do processo. Porém, após a fase de adaptação e treinamento para novas atividades, cada líder conseguiu realizar suas tarefas rotineiras, com dedicação de parte do tempo com o planejamento e melhorias do processo.

Entretanto, nota-se que há uma necessidade de gerenciamento, durante um período de transição das atividades entre os cargos, pois caso contrário há uma forte tendência em se assumir as tarefas antes realizadas pelos respectivos cargos, voltando à situação inicial, em que os líderes ficam apenas tentando eliminar pequenos problemas corretivos.

Outro controle qualitativo, está no acompanhamento do papel motivador da alta gerência. Assim como na situação anterior, há uma necessidade de um gerenciamento para essa prática, pois há uma forte tendência em trocar a motivação, por punições verbais, que geram um efeito desmotivador nos subordinados.

Pode-se concluir que os controles desse processo qualitativos, estão mostrando um resultado positivo e satisfatório para que se alcance a meta de redução no prazo de entrega dos serviços, melhorando a satisfação do cliente, mantendo uma nova cultura para o processo de melhoria na empresa.

#### 4.7.2 Controles quantitativos

Nesta etapa, os controles são realizados com dados amostrais, e tem como objetivo, quantificar o resultado das melhorias. Os controles são comparados em relação aos dados levantados na etapa Medir (capítulo 4.4) e na etapa Analisar (capítulo 4.5) para verificar a melhora obtida.

De acordo com Guerrine (2002), a pesquisa quantitativa trata de questões através de testes em hipóteses ou teorias compostas de variáveis, mensuradas com números, e analisada através de métodos estatísticos para determinar a veracidade das mesmas.

A estratégia utilizada nesta etapa de controle, foi selecionar os controles a serem verificados de acordo com o impacto da variável no resultado final (prazo de entrega), pois nesta etapa há uma preocupação em verificar os resultados da melhoria, e fazer pequenos ajustes, ao invés de verificar as causas, partindo do princípio de que as soluções melhorem o processo como um todo. Caso contrário, inicia-se o ciclo de melhoria DMAIC a partir da fase de análise, conforme ilustrado na Figura 46.

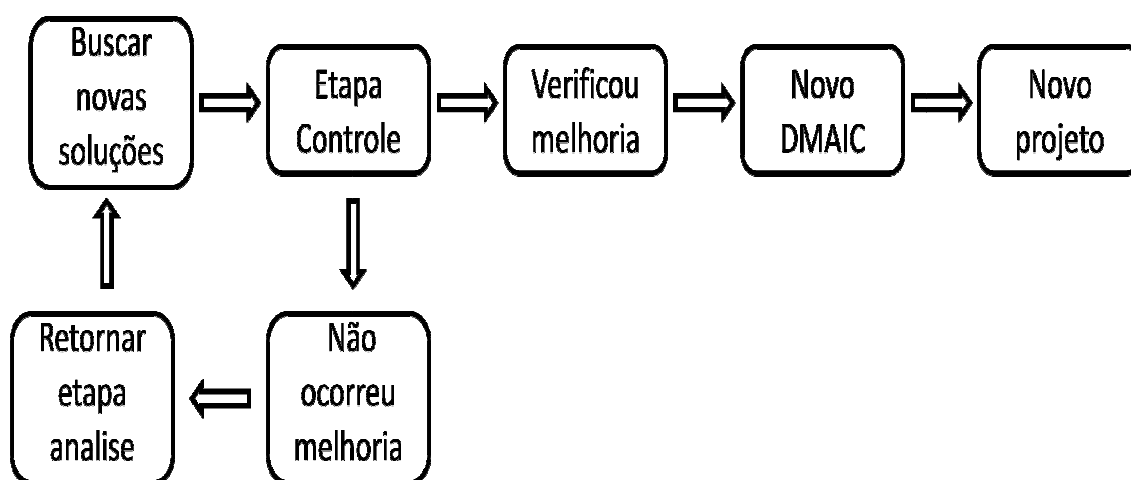


Figura 46 – Adaptação das melhorias na etapa de controle



O primeiro controle a ser realizado, tem uma visão macro, do ponto de vista de análise do processo, e verifica a situação geral dos pedidos e de seus itens, com relação a atraso, adiantamento ou cumprimento do prazo de entrega, conforme ilustrado na Figura 47. Para essa situação, nota-se uma melhora gradual em relação à confiabilidade de entrega dos pedidos, à medida que o PQSS amadurece na empresa.

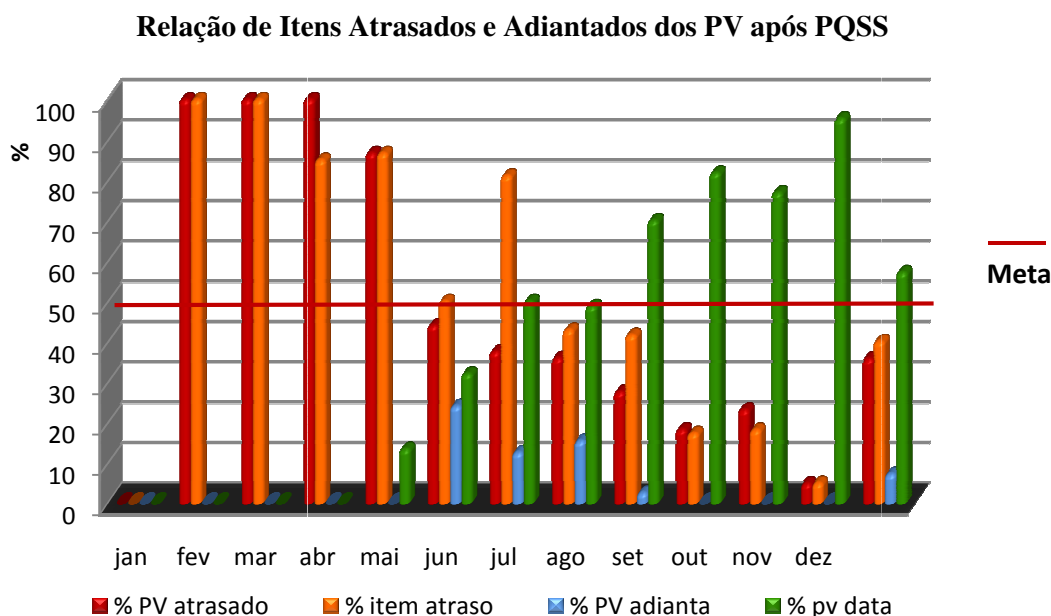


Figura 47 – Relação de Itens atrasados e adiantados após PQSS

Essa característica traz como resultado, um equilíbrio no prazo de entrega dos pedidos, aumentado à quantidade de pedidos entregues na data, diminuindo os pedidos entregues atrasados, diminuindo ainda o atraso de cada item dos pedidos, sendo compensados com alguns adiantamentos de poucos itens dos pedidos para compensar, na maioria das vezes, o fato da máquina não poder ficar parada.

Após verificar uma melhora considerável na situação geral da empresa, tem-se que verificar de forma menos macro, a situação de atraso, observando a porcentagem de replanejamento dos pedidos, durante e após a implantação do PQSS, conforme ilustrado na Figura 48, em que nota-se uma diminuição considerável na quantidade de replanejamento mensal.

Este resultado pode nos indicar que há menos de um replanejamento por pedido, ou pode nos indicar que há pedidos com mais de um replanejamento, enquanto que outros pedidos não ocorrem o replanejamento, ou seja, nos indica que um pedido pode estar muito atrasado, para poder não atrasar outro pedido qualquer.

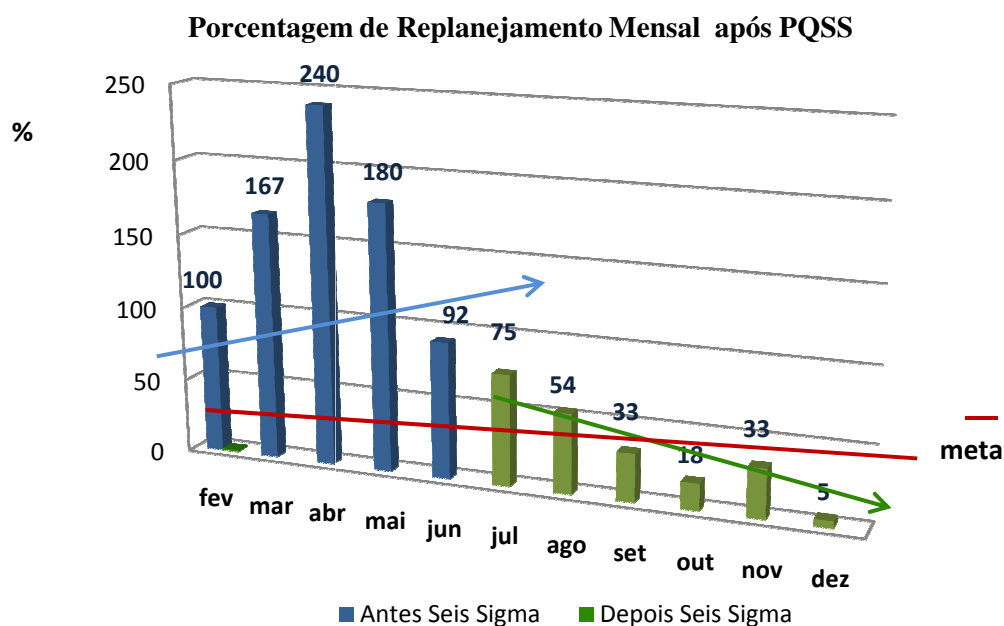


Figura 48 – Porcentagem de replanejamento por mês após PQSS

Para entender e certificar se há pedidos com mais de um replanejamento, verifica-se os resultados de forma mais detalhada, observando a quantidade de replanejamento por cada pedido, conforme ilustrado na Figura 49. Nota-se uma considerável diminuição na quantidade de replanejamento por pedido, em que agora há um conceito para se replanejar uma data de entrega inicial.

O PCP está controlando com mais eficiência seu processo, de forma que a produção acompanha o planejamento, sem mais a autonomia para mudar data de entrega por atraso, porém, ainda há alguns replanejamentos devido a variáveis na qual não se podem interferir no controle diretamente, pelo menos não para esse ciclo de melhoria, como por exemplo, ilustrado na Figura 50, atraso na entrega da matéria prima do próprio cliente, porém nesses casos, a situação de atraso, é amortizada pelo próprio cliente.

O foco da produção, agora está em não gerar RNC, em que nota-se uma diminuição considerável de RNC, também ilustrado na Figura 50, em que ocorreu o principal ganho financeiro da empresa, além de uma redução na quebra do ferramental, em que ocorreu também um ganho financeiro, tendo como resultado, uma redução no atraso do processo, melhorando o prazo da data original de entrega do pedido.



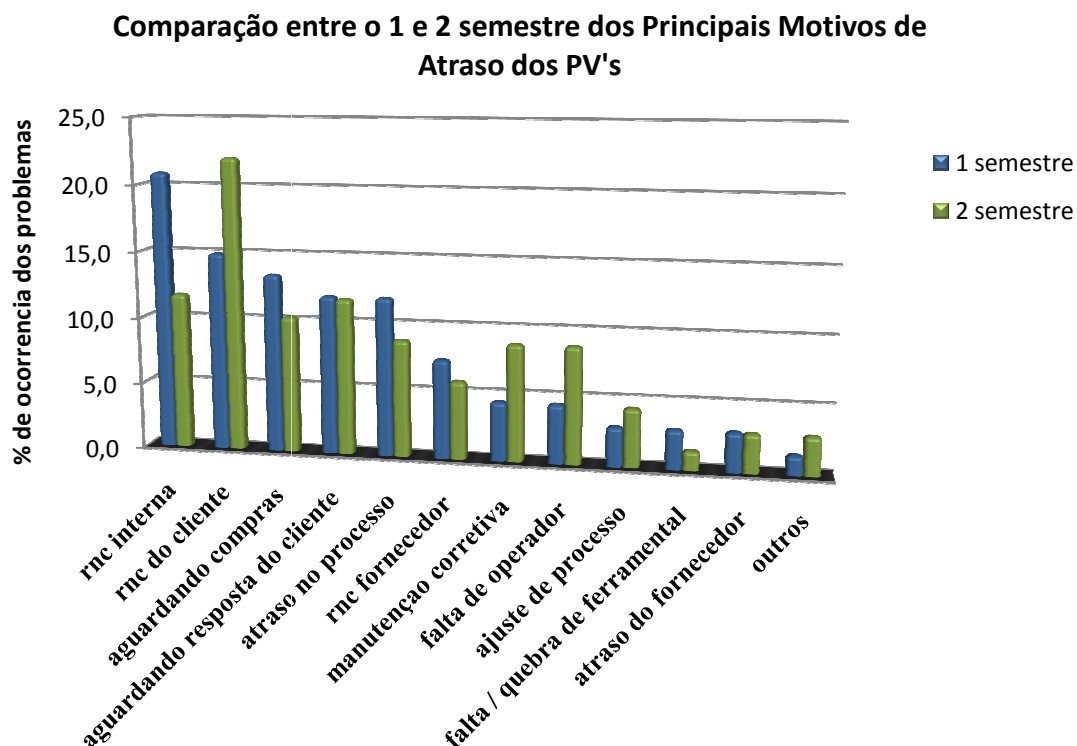


Figura 50 – Comparação dos problemas antes e depois do PQSS

Quanto ao item ajuste no processo, houve um período de treinamento para o novo processista que chegou à empresa, aumentando momentaneamente, porém, significativamente, a quantidade de ajustes a serem executados nos programas das máquinas, assim como a falta de operador, já que a empresa reestruturou seu quadro de funcionário, melhorando a qualidade técnica do chão de fábrica.

Quanto à manutenção corretiva, nota-se um aumento de paradas, pois, ao mesmo tempo em que aumentou a quantidade de pedidos a serem entregues, não foi feito nenhum plano para uma manutenção preventiva, pois ainda está em fase de aguardando, conforme visto na seção 4.6.

Verificando que os controles gerais de situação de entrega e replanejamento, indicaram uma melhora e ganho significativo no processo de entrega dos pedidos, e as perdas do processo reduziram de forma significativa, a estratégia agora é controlar o prazo de entrega através de um CEP, já que as melhorias estão demonstrando um resultado satisfatório, evitando um retorno do ciclo DMAIC para a fase de análise.

#### **4.7.3 Verificando capacidade Sigma do processo após implantação do Programa de Qualidade Seis Sigma**

Inicialmente foi verificada a situação de cada pedido entregue, através de um controle estatístico para entrega dos pedidos e comparado com a situação anterior ao PQSS. Pode-se notar nesse controle gráfico, conforme ilustrado na Figura 51, em que há uma grande quantidade de pedidos entregue na data, após o PQSS e que na média, os prazos de entrega dos pedidos não ultrapassam o limite de doze dias, enquanto que antes essa média era em torno de vinte dias.

Entretanto, há mais picos de atraso, pois, como existem muito mais pedidos entregues na data, esses picos de atraso se destacam. Isso quer dizer, se um pedido for atrasar, será adiado por tempo suficiente para evitar atraso de outro pedido e negociado um tempo maior de entrega com o cliente.

Os pedidos adiantados, estão dentro de uma faixa de controle satisfatória, em que não há como evitar adiantamentos de alguns pedidos, pois, quando há atraso de pedidos, outros precisam ser adiantados, devido o valor da hora máquina parada ser muito alto. A principal diferença, é que após o PQSS, há um conceito para pedidos adiantados.

Após ter verificado e certificado, que as melhorias trouxeram benefícios tangíveis, através dos controles demonstrados, busca-se quantificar os resultados obtidos, através da verificação estatística do processo, utilizando os índices PQSS.

Para verificar os índices PQSS, primeiramente, foi calculado a nova média de atraso e os novos limites de tolerância teóricos, para o período que compreende de julho a dezembro, e comparados com o período anterior à implantação do PQSS. A Tabela 23, demonstra o resultado da melhoria para um controle de dias de atraso, em que, os dias de entrega na data ou adiantados, não estão nesse cálculo, pois está sendo controlando apenas a variação de atraso, quando ocorre.

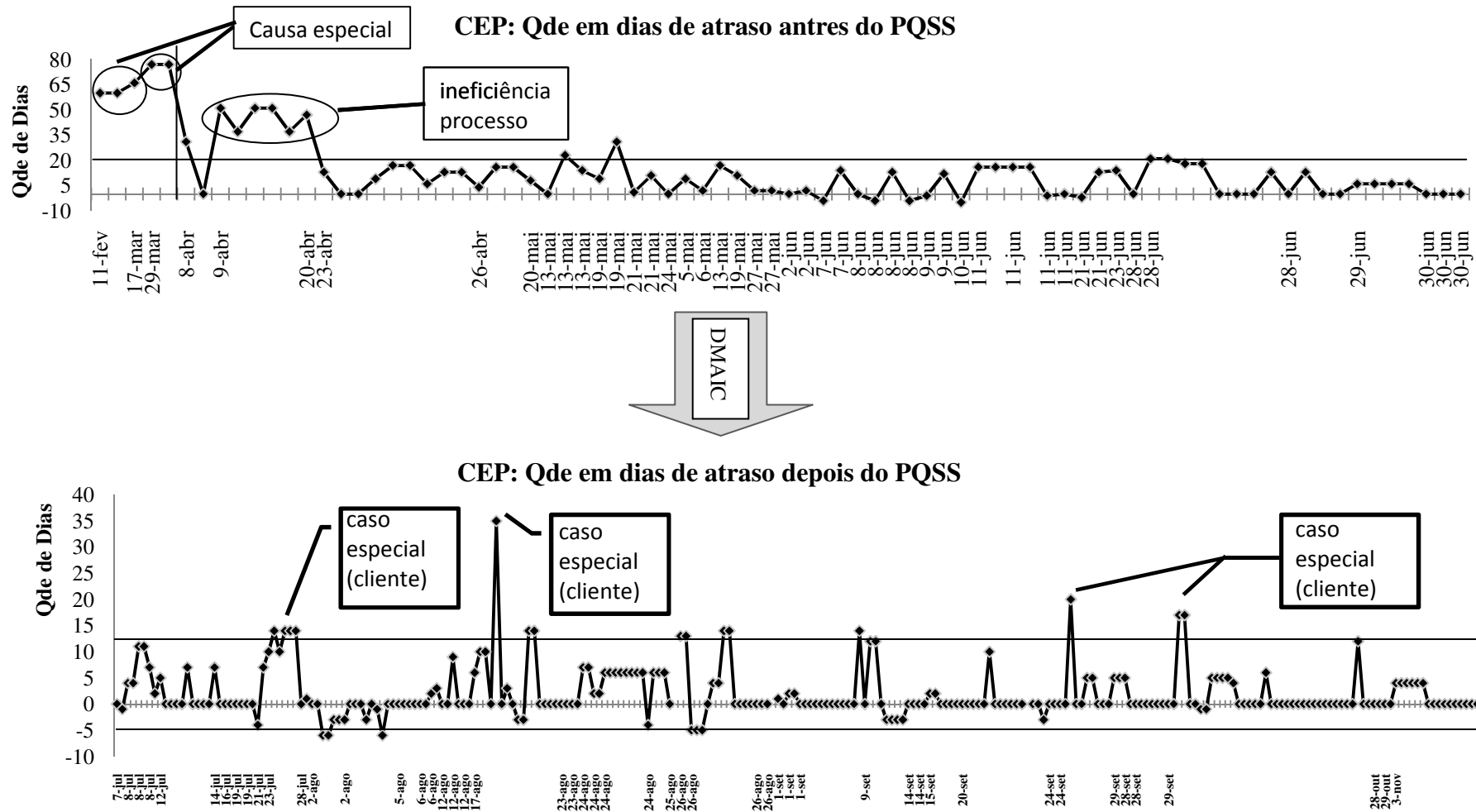


Figura 51 – variação do processo para atraso de entrega depois melhorias

Tabela 23 – Indicadores PQSS antes e depois da implantação para pedidos atrasados

Variáveis	Antes	Depois
$\sigma$	<b>12,84</b>	5,73
Média de atraso (dias)	16,16	6,77
<b>Cp</b>	<b>0,28</b>	0,25
LTS	21,61	8,52

Pode-se notar que houve uma grande melhora nos indicadores de desempenho da empresa, referente ao prazo de entrega, como por exemplo, a média de atraso, sendo que de uma maneira geral, todos os índices mostrados obtiveram uma melhora média entre 55% e 60% em relação à situação anterior.

Os pedidos adiantados foram considerados como pedidos que são entregues na data, pois se for feita uma média entre pedidos com dias de atraso (atraso maior que zero) e pedidos com dias adiantados (atraso menor que zero), pode ser encontrada uma média igual a zero pedido que atrasassem, conforme detalhado na seção de análise (4.5).

Sendo assim, têm-se duas situações distintas: pedidos com atraso e pedidos na data. Dessa maneira, pode-se verificar através da Tabela 24, a situação atual da empresa com relação à melhoria focada nos requisitos do cliente.

Tabela 24 - Indicadores PQSS antes e depois da implantação para pedidos entregues

Variáveis	Antes	Depois
$\sigma$	<b>13,07</b>	4,47
Média de atraso (dias)	11,05	2,07
<b>Cp</b>	<b>0,20</b>	0,10
LTS	15,58	2,78

Como principais resultados, podem-se destacar as melhorias encontradas no processo, como por exemplo, para o desvio sigma, foi alcançada uma melhoria em 65%.

A média de atraso também foi diminuída cerca de 80% em relação ao período anterior, e o limite de tolerância superior teórico, pode ser reduzido em cerca de 80%. Resultados positivos que são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 – Porcentagem de melhoria nos indicadores PQSS após implantação

Variáveis	Ganhos
$\sigma$	65%
Média de atraso (dias)	80%
Cp	- 50%
LTS	80%

O índice em que não ocorreu melhora, e sim, um pior desempenho, com relação a números estatísticos, está relacionado com o valor do Cp. Este fato ocorre devido à falta de estabilidade do processo. Ao mesmo tempo em que houve uma redução no tempo de entrega dos pedidos, ocorre também que, quando há atrasos, esses podem ser muito maiores do que a média, devido a variáveis que fogem do controle, como por exemplo, questões relacionadas com o cliente, ou até mesmo questões relacionadas a fornecedores, como visto na Figura 50 – Comparação dos problemas antes e depois do PQSS, acabam por tornar o processo instável.

Esses pontos fora de controle elevam o índice de atraso de entrega dos pedidos, e tornam o processo incapaz de se estabilizar. Porém esses atrasos estão relacionados em sua grande totalidade, a atraso do próprio cliente em fornecer o material, ou na demora em definir uma tratativa em relação à qualidade de sua matéria prima, que impossibilita um serviço, ou ainda está em relação ao atraso de processo proveniente da má qualidade da matéria prima fornecida pelo cliente, além de atrasos de fornecedores.

É válido ressaltar que, apesar da estatística mostrar um fator Cp indicando que o processo é incapaz, pois não está sob controle e estabilizado, outros resultados também estatísticos, como o valor sigma e média de atraso, indicam uma grande melhoria, trazendo benefícios quantitativos para a empresa como um todo, além da diminuição do na quantidade de replanejamento.



## **5 Discussões dos resultados**

Esse capítulo traz discussões a respeito de alguns pontos importantes na implantação do PQSS na pequena empresa, bem como o resultado geral alcançado a partir da meta proposto pelo projeto, descrito inicialmente no capítulo 4.3.2. Ainda traz o desenvolvimento da implantação do PQSS no objeto de estudo através de um modelo adaptado para pequena empresa.

### **5.1 Características gerais de implantação**

Essa abordagem teve como referência os passos descritos na literatura, porém de uma forma adaptada à realidade de uma pequena empresa que está em uma fase de transição, se recuperando de uma crise mundial, ou seja, recursos escassos e pouca infraestrutura inicial.

Um dos pontos que caracterizam o PQSS é a introdução de um novo conceito de qualidade que inclui valor econômico e utilidade prática, tanto para cliente, como para a organização.

Outra característica marcante está relacionada a uma verdadeira transformação que atinge a organização como um todo, através do fluxo de valor, incluindo sistemas operacionais, infraestrutura de gestão, e mentalidades e comportamentos redirecionados para melhoria da qualidade e do processo.

Quanto aos recursos humanos, o PQSS trouxe como novidade, à adaptação a falta de investimento na criação de uma equipe de especialistas, ou seja, foi estruturado um grupo das pessoas mais aptas para desenvolverem e promoverem a elevação do desempenho organizacional, se valendo dos resultados da implementação de projetos direcionados estrategicamente, obedecendo à hierarquia de “Faixas”, de forma bem adaptada.

A utilização e existência de especialistas trabalhando em tempo integral em assuntos relacionados diretamente com a implementação do PQSS, como um “Mestre” ou Faixa Preta certificados, também foi um aspecto inovador, na qual conseguiu obter resultados satisfatórios sem a utilização desses profissionais, porém houve dedicação e

empenho de toda a equipe que foi selecionada de acordo com suas habilidades específicas, incluindo estatísticas, o que garantiu o sucesso do PQSS.

Quanto à questão cultural, os funcionários estavam dispostos a colaborar e se sentiram motivados com a proposta de melhoria inicial, em se alcançar a meta proposta de redução em 50% do atraso, o que foi de muita importância para o sucesso do projeto, pois essa colaboração e motivação por parte dos funcionários, acabou por gerar uma perspectiva pró-ativa por parte deles.

## **5.2 Dificuldades principais da implantação do Programa de Qualidade Seis Sigmas**

Dentre algumas dificuldades que envolveram a realização deste trabalho, podem ser citadas algumas questões envolvendo treinamento, cultura, dedicação dos participantes no projeto, tais como:

- Como envolve mudança de cultura na empresa a que está implementando, traz geralmente embutida uma forte resistência inicial a sua aplicação por parte dos colaboradores e equipes. Este aspecto não pode ser negligenciado em sua implementação sob risco sério de falha na mesma. A questão da cultura organizacional é relevante quando se trata do PQSS, prova disso é o fato de que as empresas que implantaram este programa são as de maior tradição de qualidade, ou seja, já haviam adotado outros programas de qualidade;
- A pouca disponibilidade de funcionários para a realização de treinamentos e análises dos dados obtidos, e pouco tempo disponíveis dos funcionários que estavam participando do projeto, dentre outras atividades. Por consequência disso, havia muita demora em se conseguir informações, por parte dos funcionários, que fosse julgado importante e relevante para o desenvolvimento do projeto;
- A complexidade das operações realizadas devido a pouca estrutura da empresa por ser pequena e também pelo motivo de nenhum recurso financeiro disponível para o projeto;

- Os treinamentos internos, já que para o PQSS são muito mais complexos do que para a maioria dos outros programas de qualidade, foram realizados poucos treinamentos para sacramentar os conhecimentos estatísticos no processo, o que pode ter como consequência, falta de experiência prática para o que foi realizado;
- A falta de habilidade no manuseio das ferramentas da qualidade; por parte dos funcionários, na qual fazia parte da equipe PQSS, em que não possuía treinamento ou até mesmo conhecimento de algumas das ferramentas utilizadas;
- a disponibilidade de tempo da diretoria para reuniões de alinhamento estratégico e tomadas de decisões, em que teve como consequências, algumas das melhorias não terem sido implantadas e o tempo de execução do projeto ter se estendido;
- o levantamento de informações e gráficos através de dados fornecidos pela empresa, foram, em sua grande maioria, elaborados e estruturados para esse projeto, o que levou muito tempo, pois a empresa não possuía nenhum tipo de indicadores que fizesse valer da qualidade de informação para se concluir as etapas iniciais do ciclo de melhoria DMAIC;
- apesar de algumas áreas, como a área da qualidade e comercial, alguns líderes, como o gerente da fábrica e o diretor comercial, terem tido uma aceitabilidade na questão de mudança de alguns hábitos e quebra de alguns paradigmas presente no cotidiano de suas atividades, outras áreas, como a área do P.C.P., principalmente as áreas de processo e engenharia de orçamento, tiveram dificuldades em se adaptar as novas atividades de melhoria no cotidiano, dificultando um resultado ainda mais positivo que poderia ser obtido. Fato que pode ser explicado pelo tempo de serviço prestado por esses funcionários, em que estão na eminência da aposentadoria.

### **5.3 Os benefícios principais da implantação do Programa de Qualidade Seis Sigmas**

Quanto os benefícios que a sistematização de implantação do PQSS adaptado para pequena empresa de serviço sob encomenda trouxe para empresa, pode ser listado abaixo:

- Diminuição dos custos organizacionais, devido à redução na quantidade de RNC geradas;
- Aumento significativo da qualidade e produtividade da empresa, já que a quantidade de atraso diminuiu, elevando a quantidade de pedidos entregues na data e diminuindo a quantidade de replanejamentos por pedidos;
- Acréscimo e retenção de clientes, já que a empresa aumentou a confiabilidade no prazo de entrega e aumento da produtividade;
- Eliminação de atividades que não agregam valor (ver anexos D e E) nas rotinas das atividades que variam da função do cargo: desde gestores a operacional.
- Mudança cultural benéfica (ver anexos D e E), em que há uma nova visão para se manter um ciclo de melhoria em atividade constante, para estar obtendo vantagens competitivas em relação ao mercado;

A obtenção dessas melhorias trouxeram como resultado geral, o aumento de desempenho da empresa, e ainda teve como alguns fatores-chave para o sucesso da implantação do PQSS, questões relacionadas à cultura, a qualificação técnica de alguns funcionários, cuja participação estratégica na equipe foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho, estão listadas abaixo:

- Envolvimento e comprometimento da alta administração, em que houve motivação e liberação de recursos de acordo com o que era necessário para o desenvolvimento da implantação;
- Habilidades de gerenciamento de projeto, cuja equipe obteve sucesso em administrar o tempo dedicado ao projeto, como também em suas rotinas de atividades;

- Priorização e seleção de projeto, em que houve o cuidado na seleção e planejamento para maximizar os benefícios da implantação, tornando-o viável para a execução na empresa, de forma que houve revisões periódicas, com o objetivo de avaliação e alinhamento estratégico, além da padronização na documentação do mesmo;
- Métrica com foco no cliente, o qual foi entendido a verdadeira necessidade do cliente e identificado fatores vitais que diminuí o desempenho do processo;

#### **5.4 Modelo proposto de implantação**

Este capítulo apresenta o PQSS como um programa integrador, e uma visão sistemática que auxilia na compreensão de como implantar o PQSS, bem como mostrar que pode ser geradas mudanças e melhorias no desempenho, seja ele em recursos humanos, de processo, ou ainda no próprio cliente.

De acordo com as referências teóricas e a constatação na aplicação no estudo de caso, ficou evidenciado a necessidade de uma maneira de integrar o PQSS a pequenas empresas, fornecendo uma sistemática de implantação que traz como resultados tangíveis, a melhoria do processo com o foco no cliente.

Dessa maneira, é proposto uma sistemática para aplicar essa integração do PQSS em pequenas empresas, sendo que as três práticas do PQSS, papel da estrutura PQSS (hierarquia dos “Faixas” e seus multiplicadores); estrutura do processo de melhoria PQSS (gerenciamento das atividades utilizando ciclo DMAIC) e Foco Seis Sigma nas métricas (melhoria de desempenho através de metas desafiadoras, utilizando dados quantitativos como média de atraso e valor do Sigma do processo para melhorar) são aplicadas no modelo proposto de implantação.

O modelo, representando o pensamento descrito acima, é ilustrado pela Figura 52, e está considerando algumas suposições que são necessárias para o sucesso da empresa, em que a interligação das variáveis pode indicar um grau de associação entre eles, de modo que se haver mudança em deles, pode afetar outro, tendo como resultado um impacto no sistema como um todo.

Esse pensamento é ilustrado, o qual consiste, inicialmente, verificar o controle total da qualidade externa (CTQE), ou seja, alinhar a missão estratégica da empresa através de suas metas, com o mercado (concorrentes, cliente, tendências, etc.).

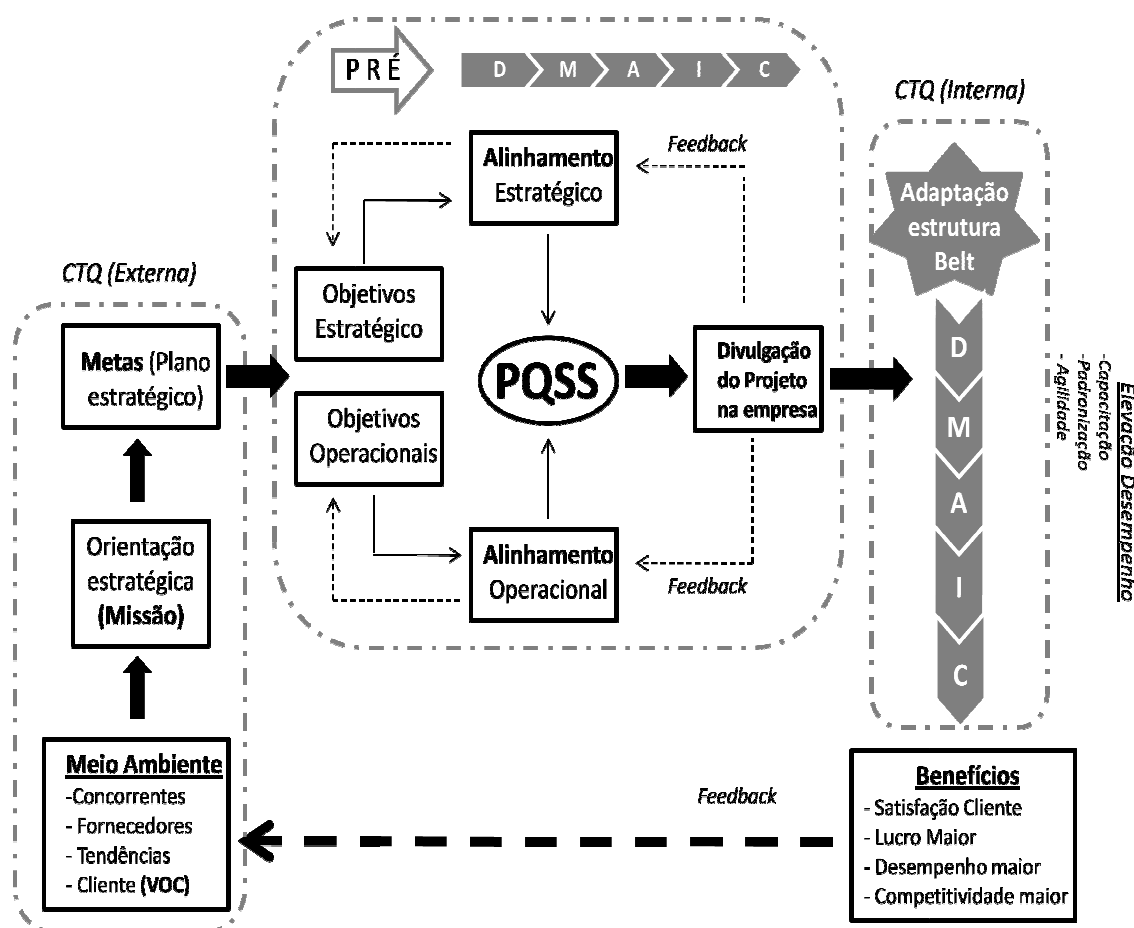


Figura 52 - Proposta de implantação do PQSS

Para satisfazer o CTQE e alcançar as metas, são elaborados objetivos, na qual são desdobrados em estratégicos e operacionais, ambos se integram, através de um alinhamento, com o plano estratégico, para definir prioridades no projeto de melhoria do Programa de Qualidade Seis Sigma.

Nesse alinhamento, é verificada a situação dos recursos disponíveis da empresa, e feito um retorno, caso haja necessidade, para reavaliação dos objetivos, traçando um novo alinhamento com o PQSS, na qual integra os objetivos e metas estratégicas aos objetivos e metas operacionais de acordo com as necessidades do mercado, e disponibilidade dos recursos.

Vale à pena ressaltar, que a primeira fase da primeira etapa (definir), cujo tema está relacionado entre o alinhamento estratégico do objetivo do projeto com os interesses (metas) da empresa, é executada de uma forma paralela, como uma etapa pré DMAIC, executando um trabalho de base para melhorias fundamentais da informação, e um período de coleta de dados em que antecedeu a melhoria planejada, obtendo dados suficientemente satisfatórios para aplicá-las durante o ciclo DMAIC.

A integração entre o meio externo, de modo a manter um alinhamento do objetivo e metas, é difundido para a empresa através do projeto de melhoria, levado pela equipe inicial PQSS, com o intuito de informar e buscar apoio das áreas que serão envolvidas na melhoria, através da equipe pré-formada no alinhamento dos objetivos com o PQSS.

A formação e capacitação das pessoas envolvem o comprometimento dos líderes como impulsionadores da aprendizagem necessária para que ocorra o sucesso do PQSS de forma satisfatória, elevando o desempenho da empresa.

Essa equipe, composta inicialmente por cargos de gestão na hierarquia PQSS, como o Executivo Líder e Mestre Faixa Preta, que indicará outros membros para completá-la, é estruturada de forma adaptada à realidade da empresa, havendo uma intersecção entre as funções e atividade desempenhadas em relação à teórica, na qual está em detalhes no capítulo 4.3.4 (pag. 81).

O processo de melhoria é iniciado por essa equipe, utilizando o ciclo de melhoria DMAIC, seguindo os 22 passo a passo detalhado na Figura 53, e é separado em três fases, de modo que estão interligadas pelas fronteiras de cada uma delas:

1. Definição: fornece uma visão focada na meta da empresa, de modo que o projeto alinha todo o sistema através do objetivo.
2. Caracterização: fornece uma caracterização do processo, através da mensuração e definição da capacidade, preparando o ambiente para aplicação das melhorias realizadas na terceira fase.
3. Otimização: fornece a otimização do processo, de modo que os controles ajustam esse processo para iniciar um novo ciclo de melhoria.

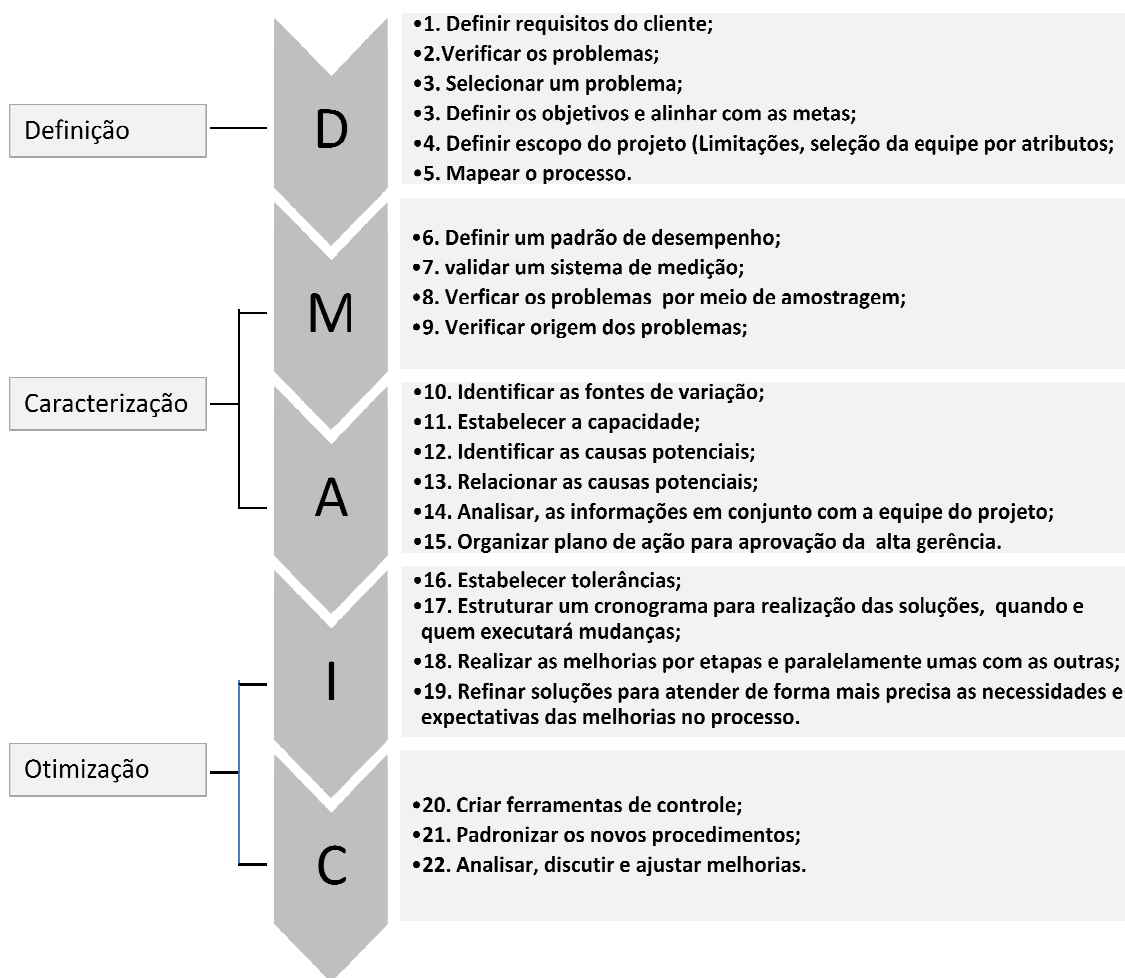


Figura 53 – Passo a passo do ciclo de melhoria DMAIC

O foco nas medições de desempenho relacionado aos índices PQSS, pode garantir a melhoria, através de um padrão de excelência em gestão e aplicação operacional, promovendo vantagens competitivas. Essa vantagem distingue de uma visão interna e externa, sendo que essa é o ponto de partida para o desenvolvimento de um projeto de melhoria.

Analisando de uma maneira geral, o modelo proposto mostra o inter-relacionamento existente entre as variáveis, bem como o funcionamento harmonioso dessas, de modo a contribuir para um direcionamento do PQSS na empresa, otimizando os recursos utilizados, trazendo ainda uma vantagem competitiva no desempenho da empresa.

É válido ressaltar que a proposição do modelo está de acordo com a visão do PQSS do ponto de vista disciplinar e sistêmica que decorre ao longo do processo de melhoria como um todo.



## 5.5 Considerações finais

Durante o desenvolvimento do trabalho percebeu-se, tanto a nível teórico, quanto prático, que o comprometimento e a busca do cumprimento da meta do projeto, geram resultados significativos (ganhos tangíveis), em decorrência de uma motivação impulsionada pela alta gerência. Por essa razão, a proposta fornecida por este trabalho proporciona um retorno de informação estratégico sobre os objetivos e metas traçadas.

Pode-se sim comparar os resultados em uma escala menor, em relação a estrutura implantada em grandes empresas, desde o período em que começa a definir os problemas até o momento de controle das melhorias, a elevação do desempenho da empresa como um todo, pois os requisitos do cliente foram atendidos satisfatoriamente.

Certamente, o PQSS não é o único programa que as empresas podem usar para ajudar a reduzir o desperdício, melhorar a qualidade e ter um impacto positivo sobre suas metas. Porém, o PQSS fornece resultados bem documentados e o conhecimento de uma das melhores ferramentas para atender os requisitos do cliente através da melhoria do processo, em que geralmente está fora do alcance para a maioria das pequenas empresas, o que torna a contribuição deste trabalho algo inovador.

O estudo de caso também serviu, entre outros, para revelar que a abordagem estatística do PQSS, é fundamental para o direcionamento de uma estabilidade e melhoria de qualidade no processo, sendo interdependente da estratégia competitiva e da missão da organização, apesar de estar alinhado com elas.

Este estudo possibilitou perceber que quando se discute questões relacionadas ao PQSS pode-se ir além da abordagem estatística direcionada à aplicação dos métodos e técnicas que fazem parte do PQSS, e atingir questões de melhorias culturais e quebra de alguns paradigmas de que não é possível melhorar um processo que atualmente se julgue ruim e fora de controle em uma pequena empresa.

O estudo de caso também possibilitou revelar que a abordagem da estrutura da hierarquia dos “Faixas”, pode ser levada, de uma forma adaptada, a realidade da pequena empresa, desde que haja, pelo menos, um integrante com conhecimentos estatísticos e conhecimentos das várias ferramentas da qualidade. Dessa maneira, esse profissional levará para dentro da empresa, o treinamento necessário para o sucesso da implantação do PQSS.

## 6 Conclusões

Este capítulo finaliza o presente trabalho, na qual são apresentadas as conclusões da implantação da sistemática do PQSS em pequenas empresas prestadoras de serviço sob encomenda, demonstrando os principais resultados obtidos com a melhoria implantada.

Antes de poder começar a utilizar o processo de melhoria DMAIC sob a abordagem PQSS, é necessário entender o panorama geral e específico da empresa, “observar a foto” atual do ambiente e analisar a situação em que ele se encontra, compreender o processo produtivo da empresa, assim tem-se uma visão global dos processos, tendo condições de ampliar o foco, até chegar à visão mais detalhada do micro processo, e corrigir a variabilidade que esteja ocorrendo.

Uma das notoriedades dessa sistemática da implantação foi o resultado alcançado, na qual obteve expectativa além do esperado pela meta inicial, em que os índices de desempenho do PQSS na empresa alcançaram valores superiores a 50% de ganho, de acordo com a Tabela 26, cujos valores obtidos como resultados, para atraso na entrega e replanejamento, são calculados através da média que compreende o período de julho a dezembro de 2010.

Tabela 26 – Relação entre a meta proposta e meta alcançada

Indicadores	Meta proposta	Meta alcançada
Desvio Padrão	Redução em 50%	Redução em 65%
Atraso na entrega	Redução em 50%	Redução em 80%
Replanejamento	Manter abaixo de 50%	Mantido abaixo de 35%

Além dos ganhos quantitativos demonstrados, houve também ganhos qualitativos, demonstrado em detalhe na Tabela 27 e organizadas em melhoria cultural; melhoria estratégica; melhoria de processo; e melhoria operacional, com seus respectivos resultados para cada uma dessas, com destaque para o ganho de ferramentas de visualização, de controle, e de gestão do novo processo adquiridas com este trabalho.

Tabela 27 – Melhorias implantadas com o ciclo DMAIC na etapa I

Conceito	Melhoria	Resultado
Melhoria cultural	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reunião semanal entre fábrica e comercial;</li> <li>2. Motivação para pró-atividade de otimizar o processo.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecipação de alguns possíveis problemas;</li> <li>• Maior agilidade na solução de problemas;</li> <li>• Alinhamento estratégico entre as áreas;</li> <li>• Maior controle nas atividades do processo.</li> </ul>
Melhoria estratégica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reestruturação na execução das tarefas dos líderes e gerentes;</li> <li>2. Mudança no foco de controle da alta gerência.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior tempo para foco em planejamento e melhorias;</li> <li>• Motivação dos funcionários;</li> <li>• Foco em otimizar o processo.</li> </ul>
Melhoria de processo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ferramentas visuais e de controles para análise qualitativa e quantitativa do processo (Figura 23, pag 84; anexos D, E, F, G, H)</li> <li>2. Revisões da documentação.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detecção em tempo real de possíveis problemas;</li> <li>• Agilidade na resolução de problemas;</li> <li>• Priorização na resolução de problemas;</li> <li>• Planejamento com menores mudanças;</li> <li>• Atualização e padronização a nova realidade da empresa.</li> </ul>
Melhoria operacional / processo / estratégica / cultural	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descritas no Anexo E</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimização do processo;</li> <li>• Diminuição de RNC gerado;</li> <li>• Diminuição no tempo de atraso na entrega</li> </ul>

Como uma diferença marcante entre grandes empresas e empresas de menor porte, pode-se destacar o fato de que as PMEs não têm os recursos para treinar a maneira que as grandes corporações, que pagam milhões de dólares em, treinamento e consultoria PQSS. Não é apenas o custo, mas a gestão operacional em termos de recursos humanos também, afinal a disponibilidade de dispensar um engenheiro para treinamentos durante alguns meses de treinamento é muito pequena, devido ao acúmulo de atividade e funções exercida pelo funcionário.

Outros aspectos de propriedades únicas da filosofia PQSS em PME, na qual está relacionado na proposta realizada por este trabalho, é o fato de se valer de uma metodologia estruturada e sistematizada que reforça e preservam certos valores da cultura da empresa, imprescindível para a gestão da melhoria seja do produto, ou do processo, em que se adaptam facilmente as características da empresa.

Ainda tem como pontos marcantes e benéficos sustentados pela abordagem sistematizada do ciclo de melhoria DMAIC da proposta fornecida por este trabalho aplicado em pequenas empresas:

- o fato de possuir o foco em processo;
- foco no cliente;
- comprometimento dos gestores;
- decisão baseada em dados e fatos;
- melhoria contínua;
- participação e comprometimento de todos envolvidos;
- comprometimento com a gestão da melhoria e da qualidade total, seja de serviço prestado ou produto fornecido.

Os resultados obtidos da aplicação da proposta inicial do modelo de gestão e dos passos do ciclo de melhoria do PQSS, bem como sua filosofia para atingir o melhor desempenho, tanto para o processo, quanto para a gestão, demonstram claramente a viabilidade de seu uso para pequenas e médias empresas prestadoras de serviços sob encomenda que lidam com problemas de complexidade que se alterna a todo o momento.

Dessa maneira os princípios e práticas eficazes da proposta de implantação do PQSS serão melhor sucedidos por refinamento continua da cultura organizacional.

Mudanças culturais exigem tempo e empenho antes que eles estejam firmemente implantados na organização.

### **Perspectivas para trabalhos futuros**

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou compreender fatores abordados na literatura e comprovados através da aplicação direta, sob o aspecto adaptado a realidade do objeto de estudo. A partir do amadurecimento do conhecimento adquirido através deste trabalho, e visando uma melhor compreensão dos assuntos ligados não só a implementação, mas também a sustentação do PQSS nas empresas, algumas propostas de estudos futuros são oferecidas como próximos passos:

- Aumentar o escopo de aplicação da pesquisa, realizando-a em um número maior de empresas pertencentes a setores diferentes, e então poder encontrar um denominador comum generalizável para cada categoria;
- Compor de um questionário de perguntas e aplicá-lo em especialistas que compõem a estrutura PQSS nas grandes empresas, buscando observar melhor as percepções e levantar os pontos críticos em que a proposta de implantação do PQSS pode ser fortalecida como melhoria contínua para as pequenas empresas;
- Como grande maioria dos indicadores foram criados durante as etapas de desenvolvimento do processo de melhoria DMAIC durante o processo de implantação na empresa, não se tem um histórico comparativo ao longo do tempo;
- Verificar ainda, a continuidade do trabalho, certificando a situação da implantação e andamento dos projetos, com o objetivo de mensurar fatores que contribuem para o aprimoramento da implantação, como também fatores que contribuem para o fracasso da implantação nesse tipo de mercado;
- Fazer com que a análise de aspectos mais ligados à utilização desta abordagem de qualidade, originados a partir deste trabalho aproxime mais o meio acadêmico do meio industrial.

Que este trabalho possa ter cumprido o seu objetivo e que auxilie os futuros pesquisadores estudiosos desse tema, de forma principal ou a ele relacionado, a verificar nele uma contribuição para seus objetivos e a partir deles aumentar o grau de conhecimento da área de melhoria organizacional, provendo uma melhor compreensão para os que virão.

### **Referências Bibliográficas**

ANBARI, F.T. Six Sigma Method and Its Applications in Project Management, Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium [CD], San Antonio, Texas. Oct 3–10. Project Management Institute, Newtown Square, PA. (2002).

ANON, Revealing study of six sigma: gains but missed opportunities. *Strategic Direction* 19 (8), 2003, 34–36.

ANTONY, J.; KUMAR, M.; MADU, C. Six Sigma in Small-and-Medium-Size UK Manufacturing Enterprises: Some Empirical Observations. *The International Journal of Quality & Reliability Managenet.* 2005, 22, 8/9, p. 860.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento. Acessado em 20/01/2011em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Navegacao\\_Suplementar/Perfil/porte.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Navegacao_Suplementar/Perfil/porte.html).

BREYFOGLE, F.W.; CUPELLO, J.M.; MEADOWS, B. *Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing, and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success.* Wiley, NY 2001.

BREYFOGLE III, F.W. *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statical Methods.* New York: John Wiley & Sons, 1999.

CARPINETTI, L.C.R. *Controle da Qualidade do Processo.* Departamento de engenharia de Produção. Universidade se São Paulo. São Carlos. Agosto, 2003.

CARVALHO, M.M. *Controle de Qualidade: Uma Abordagem Abrangente.* São Paulo: Atlas, 1990.

CHAKRAVORTY, S. S. Six Sigma programs: An implementation model. *International Journal of Production Economics* 119 (2009) 1–16.

CHAKRAVORTY, S. S.; HALES, D. N.; HERBERT, J.I. How problem solving really works. *International Journal of Data Analysis Techniques and Strategies* 1 (1), 2008, 44–59.

CHAKRAVORTY, S.S., HALES, D.N., The evolution of manufacturing cells: an action research study. *European Journal of Operational Research*, 2008, 188, 153–168.

DELERYD, M. A pragmatic view on process capability studies. *International Journal of Production Economics* 58 (3) (1999) 319–330.

DUSHARME, D. Six Sigma Survey: Big Successy What About Other 98 Percent? *Quality Digest*, 2006. Acessado em 03/2010 em: [http://www.qualitydigest.com/feb03/articles/01\\_article.shtml](http://www.qualitydigest.com/feb03/articles/01_article.shtml).

FERNADES, J.M.R; REBELATO, M.G. Proposta de um Método para Integração entre QFD e FMEA. *Gestão & Produção*, v.13, n.2, p.245-259, 2006

FIEDLER, T., Mopping up profits: With 3M sitting on solid earnings, CEO James McNerney handled his fourth annual meeting like a contented company veteran. *Star Tribune, Metro ed.*, May 12, Minneapolis, MN. 2004.

FOSTER, S.T., Does Six Sigma improve performance? *The Quality Management Journal*, 2007, v.14 n.4, p.7–20.

FREITAS, M. A.; COLOSIMO, E. A.. *Confiabilidade: análise de tempo de falhas e testes de vida acelerados*. Editora Fundação Cristiano Ottoni, Belo Horizonte, (1997) p.309.

GILCHRIST, W. Modeling failure modes and effects analysis. *International Journal of Quality Reliability Management*, 1993, v.10, n.5.

GOEL, S.; CHEN, V. Integrating the global enterprise using Six Sigma: Business process reengineering at General Electric Wind Energy. *Int. J. Production Economics* 113 (2008) p914–927.

GOPAL, R., ways to failure for anew Six Sigma program, 2008. Acessado em 3/2010 em: <http://www.isixsigma.com/library/content/c071203a.aspS.>

GUERRINI, F.M. *Planejar e redigir testos científicos em Engenharia de Produção*. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo. São Carlos, maio, 2002.

GUPTA, P., Reducing the cost of failures. *Quality Digest*, 2008, v.47, n.1, p.22.

GUTIERREZ-GUTIERREZ, L.J.; LLORENS-MONTES, F.J. AND SANCHEZ O.F.B - Six sigma: from a goal-theoretic perspective to shared-vision development, *International Journal of Operations & Production Management*, 2009, v.29 n.2, p.151-169.



HAIKONEN, A.; SAVOLAINEN, T. AND JARVINEN, P. Exploring six sigma and CI capability development: preliminary case study findings on management role. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2004, v.15, n.4, p.369-78.

HALES, D.N., CHAKRAVORTY, S.S., Implementation of Deming's style of quality management: an action research study. *International Journal of Production Economics* 2006, 103, p.31–148.

HINDO, B., At 3M, a struggle between efficiency and creativity. *Business Week*, June 11, 2007.

HO, YING-CHIN; CHANG, OU-CHUAN; WANG, WEN-BO. An empirical study of key success factors for Six Sigma Green Belt projects at an Asian MRO company. *Journal of Air Transport Management* 14 (2008), p 263– 269 .

HWANG Y.D. The practices of integrating manufacturing execution systems and Six Sigma methodology *International Journal Adv Manuf Technol*, (2006), 31: 145–154.

KELLER, P. *Six Sigma: Demystified*. McGraw-Hill, New York, NY (2005).

KUMAR U. D.; NOWICKI D.; RAMIREZ-MARQUEZ J. E.; VERMA, D. On the optimal selection of process alternatives in a Six Sigma implementation. *Int. J. Production Economics* 111 (2008) 456–467.

KUME, H. *Ferramentas Japonesas Para Controle De Qualidade*. São Paulo: Aots, 1990.

KUME, H. *Statistical Methods for Quality Improvement* (Loftus J.: translator), The Association for Overseas Technical Scholarship, Tokyo, Japan, 1985.

KWAK, Y H.; ANBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation* 26 (2006) 708–715.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; ZAHEER, S. CHOO. A. S. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*. 21 (2003) 193–203.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R.G.; CHOO, A.S. -Six Sigma: The role of goals in improvement teams, *Journal of Operations Management* 24 (2006) 779–790.

LO, W. C.; TSAI, K. M.; HSIEH C. Y. Six Sigma approach to improve surface precision of optical lenses in the injection-molding process. *International Journal Adv Manuf Technol* (2009) 41:885–896 .

LTCOL C. E. J. USMC Secretary of Defense Corporate Fellowship Program McKinsey & Company. *Performance Transformation Utilizing Lean and Six Sigma* Cleveland, Ohio, 2004.

M. MAHESH, M; WONG, Y.S.; FUH, J.Y.H.; LOH,H.T., A Six-sigma approach for benchmarking of RP&M processes, *International Journal Adv Manuf Technol* (2006) 31: 374–387 DOI 10.1007/s00170-005-0201-z.

MCADAM, R AND LAFFERTY, B-A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change?, *International Journal of Operations & Production Management*, 2004, v.24, n.5, p.530-549.

MCCLENAHEN, J.S., New world leader. *Industry Week* 253 (1), 36–39, 2004.

MCMANUS, K., Is quality dead? *IIE Solutions* 31 (7), 32–35. 1999.

MEREDITH, J. Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management* 16, 1998, 441–454.

MITRA, A. Six Sigma Education: a critical role for academy. *The TQM Magazine*. 2004, v.16, n4, p.293-302.

MONTGOMERY, D. C. *introdução ao controle estatístico da qualidade*. Rio de Janeiro: S.A., 2004. p.93-252.

MONTGOMERY, D. C; Runger, G.C. *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*.Rio de Janeiro: LTC S.A., 2003. p360-392.

MORTIMER, L. A. Six Sigma: a vital improvement approach when applied to the right problems, in the right environment. *Assembly Automation* 26 (1), (2006) 10–18.

MULLAVEY, F., Shackled by bad Six Sigma. *Quality Digest*, 2005. Acessado em 10/07/2010 em: [http://www.qualitydigest.com/sept05/articles/03\\_article.shtml](http://www.qualitydigest.com/sept05/articles/03_article.shtml).

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. *Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

PEREZ-WILSON, M. *Seis Sigma: Compreendendo o conceito, as implicações e os desafios*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

PINTO, S. H. B.; CARVALHO, M. M.; LEE HO, L. *Implementação de Programas de Qaulidade: um Survey em empresas de grande porte no Brasil*. *Revista Gestão & Produção*. mai.-ago. 2006, v.13, n.2, p191-203.

PORTER, M. E. *What is Strategy?* HARWARD BUSINESS REVIEW. Novembro/Dezembro, 1996.p.61-78.

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P.; LA FUENTE, D. de. *A decision support system for applying failure mode and effects analysis*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2002, v19, n.2.

PYZDEK, T. *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at all Levels*. New York: McGraw-Hill, 2003.

RAISINGHANI, M. S. *Six Sigma: concepts, tools, and applications*. *Industrial Management & Data Systems*. 2005, v.105, n 4, p. 491-505.

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

SAHOO, A.K.; TIWARI, M.K.; MILEHAM,A.R. *Six Sigma based approach to optimize radial forging operation variables*, 2008, *journal of materials processing technology* 202 25–I36.

SANTOS, A. B. & MARTINS, M. F. *Pensamento estatístico: um componente primordial para o sucesso do programa de qualidade seis sigma*. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004. Anais Florianópolis , SC.

SANTOS, A. B. *Modelo de Referência para Estruturar o Programa de Qualidade Seis Sigma: Proposta e Avaliação*. Tese de doutorado,São Carlos: Ufscar, 2006 312p.

SANTOS, A.R. *Metodologia científica: a construção do conhecimento*. 5ª ed. Rio de Jneiro: DP&A, 2002.

SCHNEIDERMAN, A.W. “Q: when is Six Sigma not Six Sigma? A: when it’s the Six Sigma metric!”. 1999. Acessado no site: [www.schneiderman.com](http://www.schneiderman.com) em 15/07/2010.

SCHROEDER, R. G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, L. Six Sigma: Definition and underlying theory. *Journal of Operations Management* 26 (2008) 536–554.

SHANKAR, N. K. ISO 9000: integration Europe and North America. *European Quality*, Sept. 2003, v. 9, n. 4, p. 20-29.

SIQUEIRA, L. G. P. Controle estatístico do processo. São Paulo. Editora pioneira. 131p.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSON, R. Administração da Produção. 2 edição. São Paulo: Atlas, 2008.

SOKOVIC, M.; PAVLETIC, D.; FAKIN,S. Application of Six Sigma methodology for process design, *Journal of Materials Processing Technology* 162–163 (2005) 777–783.

STAKE, R.E.; Case studies. In: Denzin, N.K., Lincoln, Y.S. (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*, second ed. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 2000 p. 435–454.

SU, C.T.; CHOU,C.J. A systematic methodology for the creation of Six Sigma projects: A case study of semiconductor foundry, *Expert Systems with Applications*, 2008, 34 2693–2703.

TRAD,S; MAXIMIANO,A. C. A. Seis Sigma: Fatores Criticos de Sucesso para sua Implantação RAC, *Curitiba*, Out./Dez. 2009, v.13, n.4, art. 7, p.647-662.

VENANZI, D.; SILVA, O. R.; RODRIGUES, D. Análise dos resultados do projeto seis sigma em uma empresa fornecedora de sistemas de transmissão para a indústria automobilística ENEGEP, 2010.

VOKURKA, R.J. “Using the Baldrige criteria for personal quality improvement”, *Industrial Management & Data Systems*, 2003, v.101, n.7, p.363-70.

WERKEMA, C. Criando a Cultura Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WESSEL, G.;BURCHER, P. Six Sigma for Small and Medium-Sized Enterprises. *The TQM Magazine*, 2004, v16, n.4, p.264-272.

YIN, R.K., *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 2008.

ZU, X.; FREDENDALL, L. D.; DOUGLAS, T. J. The evolving theory of quality management: The role of Six Sigma. *Journal of Operations Management* 26 (2008) 630–650.

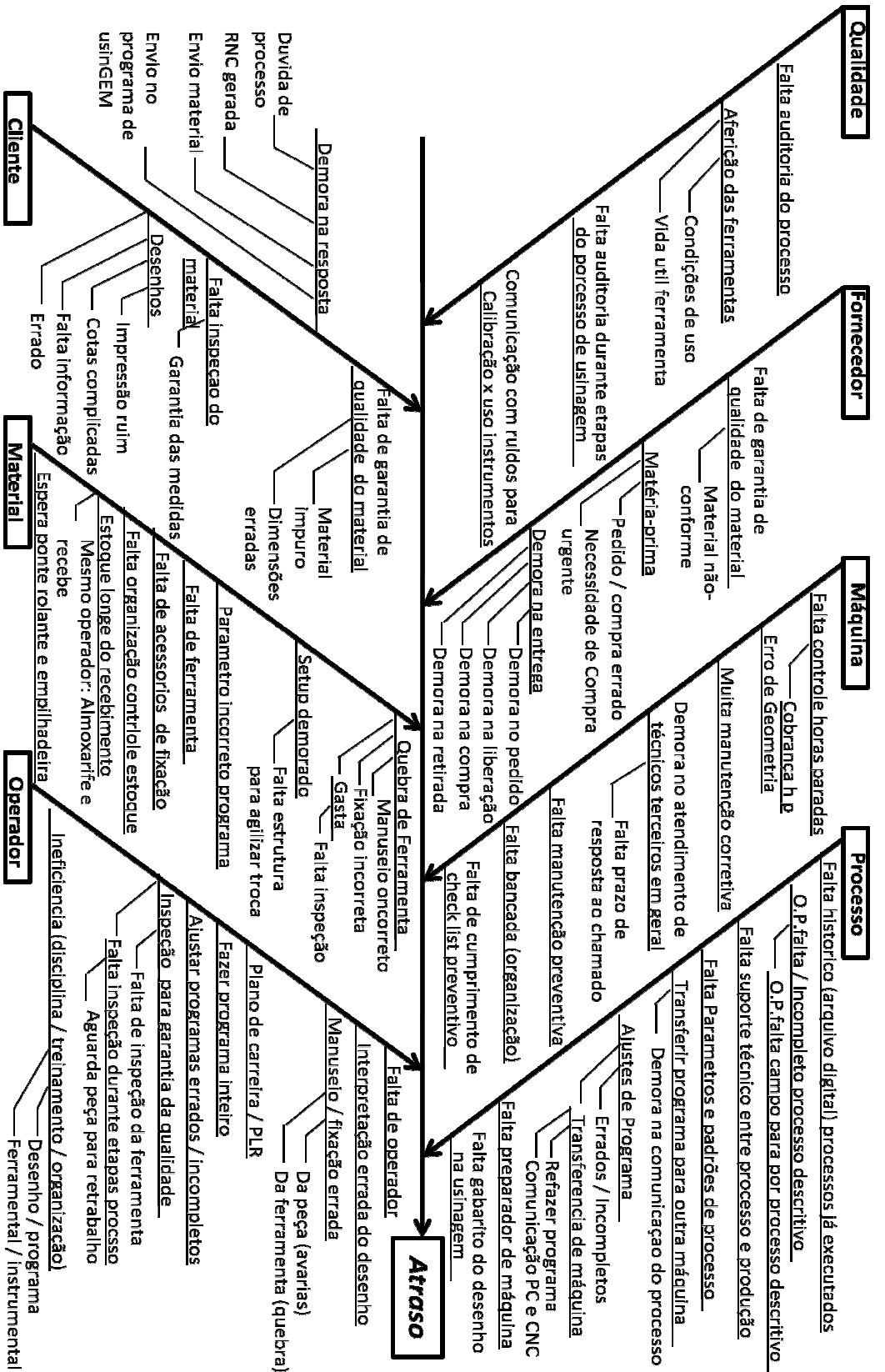
## Anexo A – Questionário de pesquisa para requisito do cliente

### QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE

<b>CLIENTE:</b>	<b>FONE/FAX/</b>
<b>CONTATO:</b>	<b>LA/SEÇÃO/DEPTO:</b>
<p>Prezado Cliente:</p> <p>Para a empresa é de extrema importância a sua resposta sincera e espontânea dos quesitos abaixo para melhoria contínua do nosso Sistema de Gestão da Qualidade, conforme a Seção 8 do nosso MQ, referente à aplicação do requisito 8.2.1 da norma NBR ISO 9001. Para responder estes quesitos, considerar os seguintes conceitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C - Completamente satisfeito</b></li> <li>• <b>P - Parcialmente satisfeito</b></li> <li>• <b>I - Insatisfeito</b></li> </ul> <p>Pedimos a gentileza de nos devolver preenchido, via correio, no endereço:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nome e endereço da empresa remetente, contato do remetente para retorno</p>	
Questionário [Quando o quesito não for aplicável responder com traço (--) ou NA	Conceito (C; P; I)
1- Qualidade do produto/serviço fornecido.	
2- Cumprimento dos prazos acordados.	
3- Clareza da documentação enviada.	
4- Cordialidade e rapidez no atendimento.	
5- Rapidez para resolver as não conformidades e/ou dúvidas técnicas.	
<b>As linhas abaixo podem ser utilizadas pelo cliente para algum comentário relevante</b>	
<b>↑ Quando o espaço não for suficiente utilizar o <input type="checkbox"/> verso ou <input type="checkbox"/> anexo ↑</b>	
Responsável pelo preenchimento (cliente):	Assinatura:      Data:
Pesquisa feita: <input type="checkbox"/> por telefone; <input type="checkbox"/> correio; <input type="checkbox"/> fax; <input type="checkbox"/> pessoalmente com cliente; <input type="checkbox"/> e-mail; <input type="checkbox"/> outros.	
Média Aritmética Final / Conceito	
MF:	C:      Analisado por:      Data:

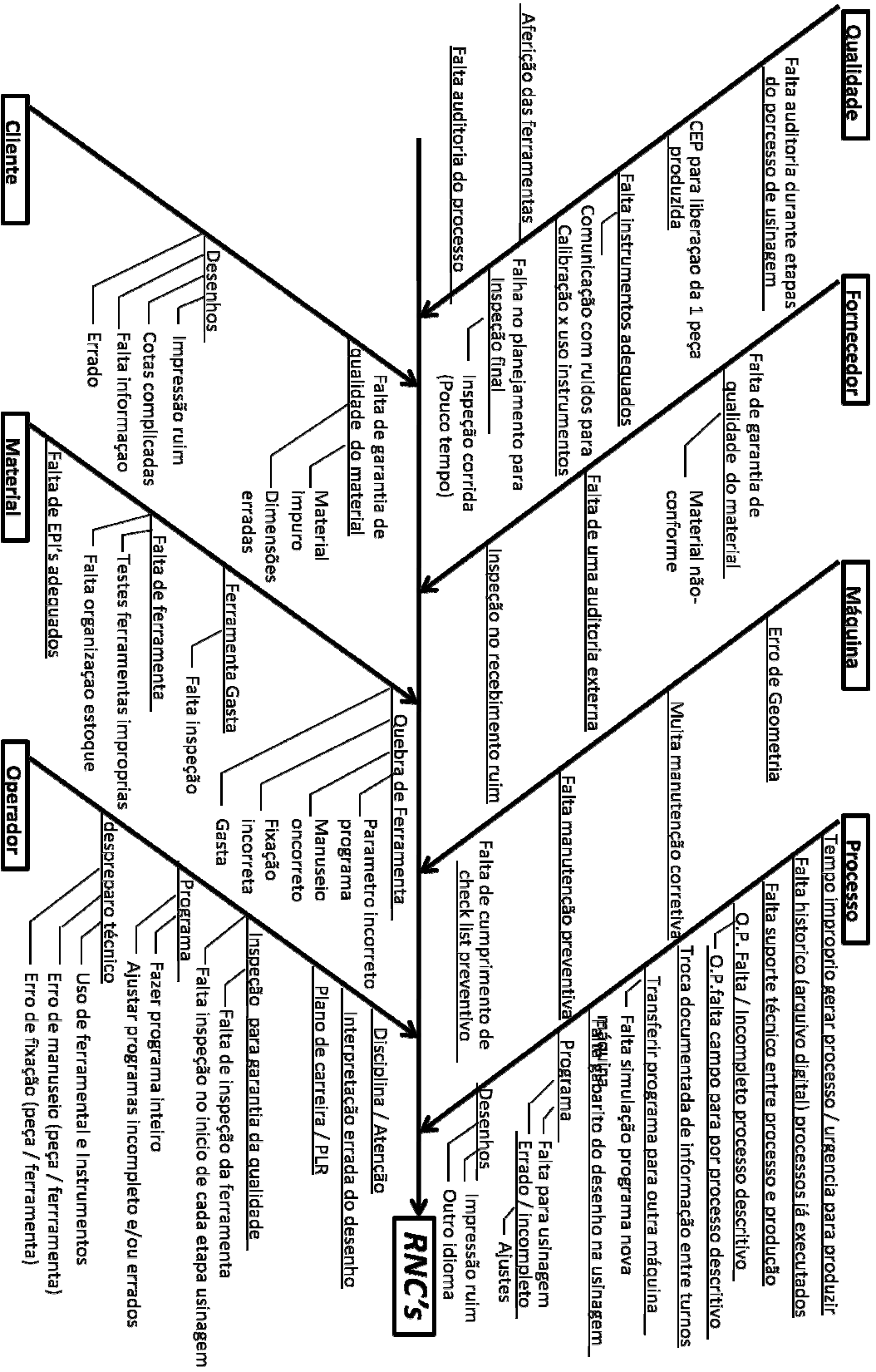
Anexo B – Diagrama de causa e efeito para atrasos

**Diagrama de causa e efeito para ATRASO NA PRODUÇÃO**



Anexo C – Diagrama de causa e efeito para RNC

Diagrama de causa e efeito para RNC's





**Anexo D - Diagrama dos cinco por quês para causas principais do efeito atraso na entrega**

<u>CAUSAS</u>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<u>CAUSAS</u>	
<u>OPERADOR</u>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<u>RAIZ</u>	
1 <u>Ineficiência</u>	<b>Falta Disciplina</b>	<b>desmotivação</b>	apatia com superior			apatia com superior	
			descontente com salário	não tem conhecimento do mercado		não tem conhecimento do mercado	
	<b>falta Atenção</b>	<b>não tem foco no trabalho</b>	não tem cuidado	tem excesso de confiança pessoal	falta punição		falta punição
			escutar musica / celular / conversas paralelas	<b>empresa permite</b>	<b>falta cobrança</b>	<b>falta cobrança</b>	
				não tem cuidado	tem excesso de confiança técnica	falta treinamento específico	falta treinamento específico
				falta punição	falta punição		
2 <u>Interpretação errada do desenho</u>	falta atenção / descuido	<b>tem excesso de confiança técnica</b>	falta de verificação do desenho	faltou atenção / disciplina		faltou atenção / disciplina	
	desenho ruim / errado do cliente					desenho ruim / errado do cliente	
3 <u>Inspecção para garantia da qualidade</u>	Falta de inspeção da ferramenta	<b>despreparo do operador</b>	não sabe fazer	não tem conhecimento técnico	falta treinamento	falta treinamento	
			não sabe que tem que fazer	não tem procedimento padrão		não tem procedimento padrão	
			falta disciplina de fazer			falta disciplina de fazer	
	Falta inspeção no início de cada etapa de usinagem	despreparo do operador				despreparo do operador	
		<b>não tem especificação nas IT's para o operador</b>				<b>não tem especificação nas IT's para o operador</b>	

<b>CAUSAS</b>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<b>CAUSAS</b>
<b>OPERADOR</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>RAIZ</b>
4 <u>Programa</u>	Fazer programa inteiro (com erro)	O.P. sem programa de usinagem	processo / eng. não fez			processo / eng. não fez
			operador não sabe fazer			operador não sabe fazer
			operador tem que fazer o programa	não tem cuidado / foco no trabalho		não tem cuidado / foco no trabalho
				não é a função básica do operador		não é a função básica do operador
		operador assumiu função que não é dele	pra cumprir ordem superior	atender meta da empresa (estratégia)	atender meta da empresa (estratégia)	
	Ajustar programas incompleto e/ou errados	operador tem que fazer o programa				operador tem que fazer o programa
	operador assumiu função que não é dele				operador assumiu função que não é dele	
5 <u>Despreparo técnico</u>	Uso de ferramental errado	não tem especificação no roteiro de fabricação	processo / eng. Não fez			processo / eng. Não fez
		não tem atenção / cuidado				não tem atenção / cuidado
	uso de Instrumentos errados	não tem instrumentação adequada disponível	não seguiu a instrução de trabalho (normas)	não teve atenção		não teve atenção
		despreparo do operador				despreparo do operador
	Erro de manuseio (peça / ferramental)	<b>falta experiência</b>	falta treinamento específico			falta treinamento específico
			falta de disciplina / descuidado			falta de disciplina / descuidado
Erro de fixação (peça / ferramenta)	falta experiência				falta experiência	

CAUSAS	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	CAUSAS
PROCESSO	1	2	3	4	5	
1 <u>Tempo impróprio gerar processo / programa</u>	gargalo nesta etapa de gerar o processo / programa	<b>falta processista / programador</b>				<b>falta processista / programador</b>
		ineficiência do processista				ineficiência do processista
	<b>tem prazo de entrega apertado</b>	não segue um procedimento correto de montar o processo	não tem procedimento padrão			não tem procedimento padrão
2 <u>Falta histórico (arquivo digital) processos já executados</u>	falta histórico dos erros gerados	não tem cultura nem procedimento				não tem cultura nem procedimento
	falta atualizar processos específicos no processista	gargalo nesta etapa do processo				gargalo nesta etapa do processo
		ineficiência do processista				ineficiência do processista
	falta similaridade no cadastro dos produtos	falta de padrão no cadastro				falta de padrão no cadastro
3 <u>falta auditoria do processo</u>	não tem procedimento					não tem procedimento
	<b>Falta suporte técnico entre processo e produção</b>					<b>Falta suporte técnico entre processo e produção</b>
4 <u>O.P. Falta / Incompleto processo descritivo.</u>	Tempo impróprio gerar processo / programa					Tempo impróprio gerar processo / programa
	O.P.falta campo para por processo descritivo					O.P.falta campo para por processo descritivo
	ineficiência do processista					ineficiência do processista
	falta informação do cliente e desce incompleta	tem prazo de entrega apertado				tem prazo de entrega apertado
5 <u>falta troca documentação da de informação entre turnos</u>	falta uma documentação padrão (livro de ocorrência)					falta uma documentação padrão (livro de ocorrência)

CAUSAS	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	CAUSAS	
PROCESSO	1	2	3	4	5		
6 <u>Transferir programa para outra máquina e PC / CNC</u>	manutenção corretiva de máquina					manutenção corretiva de máquina	
	estratégia de produção	não tem equipamento de elevação e transporte para mais de 7 ton.				não tem equipamento de elevação e transporte para mais de 7 ton.	
	falha na transferência	Falta simulação programa nova máquina	complexidade da operação de simulação				complexidade da operação de simulação
			ineficiência de se fazer simulação				ineficiência de se fazer simulação
		deficiência no hardware utilizado	incompatibilidade entre PC e máquina (novo x velho)				incompatibilidade entre PC e máquina (novo x velho)
		falta acompanhamento de um responsável técnico	ineficiência do processista				ineficiência do processista
		falta suporte técnico				falta suporte técnico	
7 <u>Falta gabarito / calibrador específico para usinagem</u>	cliente não enviou	filtro na engenharia				filtro na engenharia	
	não tem na empresa	produto novo não compensa para empresa obter				produto novo não compensa para empresa obter	
8 <u>Programa</u>	Falta para usinagem	Tempo impróprio gerar processo / programa				Tempo impróprio gerar processo / programa	
	Errado / incompleto_	Tempo impróprio gerar processo / programa				Tempo impróprio gerar processo / programa	

<b>CAUSAS</b>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<b>CAUSAS</b>
<b>PROCESSO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
9 <u>Desenhos</u>	Impressão ruim	falta de qualidade do desenho fornecido	falta cobrar desenho com melhor qualidade	Tempo impróprio gerar processo / desenho		Tempo impróprio gerar processo / desenho
			falta processista redesenhar com qualidade	Tempo impróprio gerar processo / desenho		Tempo impróprio gerar processo / desenho
	Outro idioma / padrão de normas	falta codificar o desenho para linguagem da empresa	Tempo impróprio gerar processo / desenho			Tempo impróprio gerar processo / desenho
<b>MATERIAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1 <u>Quebra de Ferramenta</u>	Parâmetro de usinagem incorreto do programa	especificação de uso incorreto do fornecedor				especificação de uso incorreto do fornecedor
			especificação de uso incorreto da engenharia	falta de seguir especificação da ferramenta	falta tempo não tem cuidado	falta tempo não tem cuidado
	Manuseio incorreto	falta de experiência				falta de experiência
	Fixação incorreta	falha de máquina	cônico descentralizado	falta mant. preventiva		falta manutenção preventiva
			chupeta com falha	falta mant. preventiva		falta manutenção preventiva
			não tem cuidado			não tem cuidado
	Gasta	não tem um controle de inspeção	almoxarifado não faz segregação	não tem um controle / organização de estoque		não tem um controle / organização de estoque
			operador não faz inspeção	falta de disciplina falta de um padrão de verificação do uso da ferramenta		falta de disciplina falta de um padrão de verificação do uso da ferramenta
	matéria prima ruim	cliente envia matéria prima impura fornecedor envia material com impurezas				cliente envia matéria prima impura
			qualidade do fornecedor é ruim			qualidade do fornecedor é ruim

<u>CAUSAS</u>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<u>CAUSAS</u>	
<u>MATERIAL</u>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>		
2 <u>uso de ferramentas impróprias na usinagem</u>	falta ferramenta correta	falta de controle de estoque				falta de controle de estoque	
		engenharia demora a solicitar ferramenta nova	demora no orçamento do fornecedor			demora no orçamento do fornecedor	
		almoxarifado demora a solicitar ferramenta de rotina	não tem controle de estoque			não tem controle de estoque	
			produção não comunica almoxarifado	falta disciplina		falta disciplina	
		demora na liberação de compras				demora na liberação de compras	
		demora na entrega da compra				demora na entrega da compra	
		usinagem de um produto novo				usinagem de um produto novo	
	falta especificação quando gerar o processo de usinagem	falta especificação no procedimento				falta especificação no procedimento	
	produção decide qual ferramenta usar	produção não consulta engenharia	não sabe que tem que fazer (consultar engenheiro)				não sabe que tem que fazer (consultar engenheiro)
		produção seleciona ferramenta errada	falta de conhecimento técnico	falta de instrução na OP da engenharia			falta de conhecimento técnico
						falta de instrução na OP da engenharia	
<u>QUALIDADE</u>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>		
1 <u>Falta auditoria durante etapas do processo de usinagem</u>	não tem especificação nas IT's para a qualidade					não tem especificação nas IT's para a qualidade	
	é de responsabilidade do operador					é de responsabilidade do operador	
	não tem inspetor no segundo turno					não tem inspetor no segundo turno	

<u>CAUSAS</u>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<i>Por quê?</i>	<u>CAUSAS</u>
<u>QUALIDADE</u>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
2 <u>falta try out para liberação da 1 peça produzida</u>	é de <b>responsabilidade do operador</b>					é de <b>responsabilidade do operador</b>
3 <u>falta instrumento de calibração</u>	<u>Comunicação com falha para Calibração x uso instrumentos</u>	<b>não tem gestão da comunicação</b>				<b>não tem gestão da comunicação</b>
	<b>usinagem de produto novo</b>					<b>usinagem de produto novo</b>
4 <u>Inspeção corrida (Pouco tempo)</u>	processo de fabricação novo	Falha no planejamento inicial para Inspeção final	<b>ineficiência</b>			<b>ineficiência</b>
	Falha no planejamento inicial para Inspeção final	etapa de inspeção final é sacrificada	<b>empresa permite</b>			<b>empresa permite</b>
<u>MÁQUINA</u>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
1 <u>Erro de Geometria</u>	falta manutenção preditiva	falta procedimento	<b>estratégia da empresa de não usar preventiva</b>			<b>estratégia da empresa de não usar preventiva</b>
2 <u>Muita manutenção corretiva</u>	<b>falta manutenção preventiva</b> uso inadequado do equipamento	falta experiência do operado				<b>falta manutenção preventiva</b> falta experiência do operado
3 <u>Falta manutenção preventiva</u>	<b>estratégia da empresa de não usar preventiva</b>					<b>estratégia da empresa de não usar preventiva</b>
4 <u>Falta de cumprir check list preventivo</u>	<b>falta disciplina</b>					<b>falta disciplina</b>
<u>CLIENTE</u>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
1 <u>Material impuro</u>	<b>garantia de qualidade</b> Dimensões erradas	-				<b>garantia de qualidade</b> <b>filtro no recebimento</b>
2 <u>Desenhos</u>	Impressão ruim Cotas complicadas Falta informação Errado	<b>filtro no processista</b>				<b>filtro no processista</b>

**Anexo E - Diagrama de execução das soluções das causas raiz para atraso na entrega**

Causas raiz	item	Melhorias	Como	Quem
<b><u>OPERADOR</u></b>				
apatia superior com	1	informação a liderança a existência do problema	conversa individual	líderes + Gerência
não tem conhecimento do mercado	2	motivação	conversas individuais / atualizar sobre situação do mercado	líderes
			levar informações para funcionários se sentirem parte do processo através de quadros de gestão a vista	Gerência + líderes
falta punição	3	punir com ferramentas disponíveis de condutas (advertências escritas, gancho...).	através do estudo do caso particular e informar os procedimentos de conduta	gerência + líderes
falta cobrança	4	aumentar nível de cobrança	cobrar execução do código de conduta pelos líderes da empresa	diretoria + gerência + líderes
			através de criação indicadores de produtividade de cada posto específico	gerência + líderes
falta treinamento específico	5	informar novos procedimentos de conduta no trabalho após criá-lo	treinamento coletivo	gerência + líderes de cada setor
falta punição	3	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
faltou atenção / disciplina	1 a 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
desenho ruim / errado do cliente	6	Filtro no processista	Processista filtrar erro	Gerência + processista
falta treinamento	7	treinamento interno	preparar treinamentos padrões internos ministrados pelos líderes	gerência + líderes
	8	treinamento externo	filtrando na contratação pelos requisitos mínimos de conhecimento técnico	diretoria + gerência
não tem procedimento padrão	9	informar novos procedimentos para garantia da qualidade da usinagem	treinamento coletivo	gerência + líderes
falta disciplina de fazer	3 e 4	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
despreparo do operador	3, 4, 7 a 9	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
não tem especificação nas IT's	10	criar especificação de CEP na it	treinamento coletivo para produção usar o CEP	gerência + líderes



Causas raiz	item	Melhorias	Como	Quem
<b>OPERADOR</b>				
processo / eng. não fez	1 a 5, 13, 14 e 18	Idem itens acima e abaixo	Idem itens acima e abaixo	Idem itens acima e abaixo
operador não sabe fazer	7 e 8	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
	11	idem abaixo	idem abaixo	idem abaixo
não tem cuidado / foco no trabalho	3 e 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
não é a função básica do operador	11	operador não executa a tarefa por falta de qualificação	transferindo tarefa para responsável qualificado	gerência + líderes
atender meta da empresa (estratégia)			mudando cultura de liderança da empresa através de novos procedimentos de estratégia	gerência + líderes
operador tem que fazer o programa	3, 5, 7, 8 e 11	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
operador assumiu função que não é dele	11	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
processo / eng. Não fez	1 a 5, 13, 14 e 18	Idem itens acima e abaixo	Idem itens acima e abaixo	Idem itens acima e abaixo
não tem atenção / cuidado	3, 4 e 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
não teve atenção	3, 4 e 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
não conhece o procedimento	12	informar existência do procedimento a fábrica	treinamento coletivo	gerência + líderes
despreparo do operador	3, 4, 7 a 9	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
falta treinamento específico	7 e 8	qualificar o operador para executar a tarefa em questão	treinamento específica na operação em questão	gerência + líderes
falta de disciplina / descuidado	1 a 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
falta experiência	7 e 8	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
<b>PROCESSO</b>				
falta processista / programador	13	aumentar quadro de funcionário	rever tarefas e funções para nova contratação	diretoria + gerência
ineficiência do processista	1 a 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
não tem procedimento padrão	14	treinar o processista no novo procedimento de liberação do processo a produção	reformulando a instrução de trabalho atual	diretoria + gerência

Causas raiz	item	Melhorias	Como	Quem
<b>PROCESSO</b>				
não tem cultura nem procedimento	15	iniciar processo de histórico	treinamento PCP no novo procedimento de apontamento da produção	gerência
gargalo nesta etapa do processo	1 a 5 e 13	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
ineficiência do processista	1 a 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
falta de padrão no cadastro	16	padronizar, informar e utilizar novos padrões de cadastro.	criar padrões no cadastro e treinar todos envolvidos no processo	gerência
não tem procedimento	17	treinar inspetor para auditar o processo	criar procedimento para inspeção da qualidade durante etapas processo	diretoria + gerência
Falta suporte técnico entre processo e produção	13	colocar um intermediário que conheça processo como todo e link com a produção	treinar e capacitar alguém interno	diretoria + gerência
			contratar mão de obra capacitada externamente	diretoria + gerência
Tempo impróprio gerar processo / programa	1 a 5, 13 e 14	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
O.P. falta campo para por processo descritivo	18	alterar OP atual para atender necessidades requeridas do processista	mudar padrão no sistema	diretoria = gerência
ineficiência do processista	1 a 5	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
tem prazo de entrega apertado	14	idem itens acima	idem itens acima	idem itens acima
falta um documentação padrão (livro de ocorrência)	19	criar uma metodologia de comunicação entre turnos (operadores + liderança)	padronizando livro de ocorrência em cada máquina e para liderança	gerência
			treinando operadores e líderes para o correto preenchimento e disciplina de preenchimento e leitura	gerência
manutenção corretiva de máquina	41	idem abaixo	idem abaixo	idem abaixo
não tem equipamento de elevação e transporte para mais de 7 ton.	20	planejar mudança	Verificando melhor estratégia para atender o cliente	gerência
complexidade da operação simulação	21	simulação dentro do programa de usinagem	criação dos comandos de simulação dentro do programa de usinagem	processista
	22	não usar com o erro da falha da transferência do programa	verificação linha a linha do programa	processista + operador
usinar por comandos de bloco			processista + operador	

Causas raiz	item	Melhorias	Como	Quem
<b>PROCESSO</b>				
ineficiência de se fazer simulação	1 a 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
incompatibilidade entre PC e máquina (novo x velho)	23	modificar transferência de programa atual de cabo (NT/CNC) para via radio	fazendo lote piloto em uma máquina para validação da melhoria	diretoria + gerência
	24	atualização dos softwares e hardware do NT e/ou do CNC para compatibilidade de ambos	orçar e trocar o existente pelo novo	diretoria + gerência
ineficiência do processista	1 a 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
falta suporte técnico	13	idem acima	idem acima	idem itens acima
filtro na engenharia	1 a 5, 13 e 14	idem item acima	filtro na engenharia	gerência
produto novo	25	alugar instrumento	-	gerência
não compensa para empresa obter	25	alugar instrumento	-	gerência
Tempo impróprio gerar processo / programa	1 a 5, 13 e 14	idem acima	idem acima	idem itens acima
Tempo impróprio gerar processo / programa	1 a 5, 13 e 14	idem acima	idem acima	idem itens acima
Tempo impróprio gerar processo / desenho	1 a 5, 13 e 14	idem acima	idem acima	idem itens acima
Tempo impróprio gerar processo / desenho	1 a 5, 13 e 14	idem acima	idem acima	idem itens acima
Tempo impróprio gerar processo / desenho	1 a 5, 13 e 14	idem acima	idem acima	idem itens acima
<b><u>MATERIAL</u></b>				
especificação de uso incorreto do fornecedor	26	cobrar especificações corretas para cada ferramenta utilizada	solicitar via arquivo eletrônico ou catalogo	processista
falta tempo	1 a 5, 13, 14	idem acima	idem acima	idem itens acima
não tem cuidado	3 e 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
falta de experiência	1 a 5, 7 e 8	idem acima	idem acima	idem itens acima

Causas raiz	item	Melhorias	Como	Quem
<b>MATERIAL</b>				
falta manutenção preventiva	41	idem abaixo	idem abaixo	idem itens acima
falta manutenção preventiva	41	idem abaixo	idem abaixo	idem abaixo
não tem cuidado	3 e 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
não tem um controle / organização de estoque	27	controlar estoque	criando controles eficientes para organização requerida	gerência
falta de disciplina	1 a 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
falta de um padrão de verificação do uso da ferramenta	28	criar um padrão de verificação para facilitar inspeção da ferramenta gasta	criando um histórico por horas de uso da ferramenta	gerência
cliente envia matéria prima com impurezas	-	não ha o que ser feito no momento	-	-
qualidade do fornecedor é ruim	29	filtrar qualidade do fornecedor para possível troca	executar procedimento de classificar e exigir melhor qualidade do fornecedor	gerência + compras
falta de controle de estoque	27	idem acima	idem acima	idem itens acima
demora no orçamento do fornecedor	26	cobrar fornecedor com mais imponência	cobrar fornecedor com mais imponência	gerência + compras
não tem controle de estoque	27	idem acima	idem acima	idem itens acima
falta disciplina	1 a 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
demora na liberação de compras	30	solicitar agilidade em compras	dar autonomia com um valor de controle para compras	diretoria
demora na entrega da compra	31	solicitar agilidade do fornecedor e do transporte interno	solicitar agilidade do fornecedor e do transporte interno com mais imponência	compras
usinagem de um produto novo	32	criar um procedimento em que não se usine sem a especificação da ferramenta	colocar procedimento na IT	diretoria + gerência
	33	verificar disponibilidade de ferramenta no orçamento e processo antes de enviar op.	verificar na fase de orçamento e na construção do processo necessidades do uso da ferramenta	engenharia orçamento + processista

Causas raiz	item	Melhorias	Como	Quem
<b><u>MATERIAL</u></b>				
falta especificação no procedimento	34	especificar ferramenta a ser usada no processo de fabricação	colocando especificação na op.	processista
não sabe que tem que fazer (consultar eng.)	9	idem acima	idem acima	idem itens acima
falta de conhecimento técnico	35	treinamento de qual ferramentas utilizarem para cada tipo de processo	treinamento interno coletivo para padronizar uso de ferramenta para cada tipo de processo	gerência + processista
falta de instrução na OP da engenharia	1 a 5, 13, 14 e 18	idem acima	idem acima	idem itens acima
<b><u>QUALIDADE</u></b>				
não tem especificação nas IT's para a qualidade	36	criar procedimento na IT para qualidade auditar o processo estatisticamente	criando carta de controle	gerência + qualidade
é de responsabilidade do operador	1 a 5, 7 e 8	operador é responsável pela auditoria	idem acima	idem itens acima
não tem inspetor no segundo turno	37	liberar apenas no turno 1	informando líderes	gerência
é de responsabilidade do operador	1 a 5, 7 e 8	operador é responsável pelo try out	idem acima	idem itens acima
não tem gestão da comunicação	38	cobrar comunicação entre as áreas	cobrando gestores	diretoria + gerência
usinagem de um produto novo	39	verificar disponibilidade do instrumento no orçamento e processo antes de enviar op.	verificar na fase de orçamento e na construção do processo necessidades de uso do instrumentos	engenharia orçamento + processista
ineficiência	1 a 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
empresa permite	40	garantir inspeção final da peça	não liberar peça antes da liberação final da qualidade	diretoria + gerência
<b><u>MÁQUINA</u></b>				
estratégia da empresa de não usar preventiva	41	idem abaixo	idem abaixo	idem abaixo

Causas raiz	item	Melhorias	Como	Quem
<b>MÁQUINA</b>				
falta manutenção preventiva	41	idem abaixo	idem abaixo	idem abaixo
falta experiência do operado	1 a 5, 7 e 8	idem acima	idem acima	idem itens acima
estratégia da empresa de não usar preventiva	41	programar com PCP para parar máquina para preventiva	criar ou colocar em funcionamento plano de manutenção preventiva	diretoria + gerência + PCP
falta disciplina	1 a 5	idem acima	idem acima	idem itens acima
<b>CLIENTE</b>				
garantia de qualidade	-	não ha o que ser feito no momento	-	-
filtro no recebimento	42	barrar entrada de material não conforme medidas	recebimento verificar dimensões na entrega	recebimento
filtro processista no	1 a 5, 13 e 14	idem acima	idem acima	idem itens acima

### Anexo F – Cronograma de implantação das melhorias

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS SOLUÇÕES											
LEGENDA											
	aprovado (data do cronograma)										
	reprovado (data do cronograma)										
	semanas do ano										
QUEM	41	42	43	44	45	46	47	48	49	situação	prioridade
líderes + Gerencia										aberto	100
líderes										aberto	100
Gerencia +líderes										aberto	100
gerencia + lideres										aberto	100
diretoria + gerencia + lideres										aberto	100
gerencia + lideres										aberto	100
gerencia + lideres de cada setor										aberto	50
gerencia + RH + lideres de fabrica										aberto	100
idem itens acima										aberto	
processista										aberto	100
gerencia + lideres										aberto	50
diretoria + gerencia										aberto	25
gerencia + lideres										aberto	50
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
gerencia + lideres										aberto	100
idem abaixo										aberto	
gerencia + lideres										aberto	100
gerencia + lideres										aberto	
idem itens acima										aberto	
gerencia + lideres										aberto	100
gerencia + lideres										aberto	100
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem abaixo										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
gerencia + lideres										aberto	50
idem itens acima										aberto	
gerencia + lideres										aberto	100
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
diretoria + gerencia										ok	100

QUEM	41	42	43	44	45	46	47	48	49	situação	prioridade
idem itens acima										aberto	
diretoria + gerencia				■	■	■				ok	100
gerencia										aberto	100
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
gerencia										aberto	ok
diretoria + gerencia										aberto	100
diretoria + gerencia										-	
diretoria + gerencia				■	■					ok	100
idem itens acima										aberto	
diretoria = gerencia										aberto	100
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
gerencia										aberto	100
gerencia										aberto	100
idem abaixo										aberto	
gerencia		■	■							aberto	100
processista										aberto	100
processista + operador					■	■	■			aberto	100
processista + operador										aberto	100
idem itens acima										aberto	
diretoria + gerencia										aberto	25
diretoria + gerencia										aberto	25
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
gerencia										aberto	
gerencia										aberto	
gerencia										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
processista		■	■	■						aberto	100
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
idem abaixo										aberto	
idem itens acima										aberto	
gerencia										aberto	100



QUEM	41	42	43	44	45	46	47	48	49	situação	prioridade
idem itens acima										aberto	
gerencia										aberto	50
-										aberto	
gerencia + compras										aberto	100
idem itens acima										aberto	
gerencia + compras										aberto	100
idem itens acima										aberto	
idem itens acima										aberto	
diretoria										aberto	25
compras										aberto	100
diretoria + gerencia										aberto	100
engenharia orçamento + processista										aberto	100
processista										aberto	100
idem itens acima										aberto	
gerencia + processista										aberto	50
idem itens acima										aberto	
gerencia + qualidade										aberto	100
idem itens acima										aberto	
gerencia										aberto	100
idem itens acima										aberto	
diretoria + gerencia										aberto	100
engenharia orçamento + processista										aberto	100
idem itens acima										aberto	
diretoria + gerencia										aberto	100
idem abaixo										aberto	
idem abaixo										aberto	
idem itens acima										aberto	
diretoria + gerencia + PCP										aberto	100
idem itens acima										aberto	
-										aberto	
recebimento										aberto	100
diretoria + gerencia										aberto	
diretoria + gerencia										aberto	
idem itens acima										aberto	
										aberto	
										aberto	
										aberto	

### Anexo G - Controle de entrega para pedidos de venda de cada cliente antes da melhoria

Emissão	Nome	Descrição	Replanejamento					situação	atraso
			Entrega 1	Entrega 2	Entrega 3	Entrega 4	Entrega 5		
29/03/2010	cliente A	TAMPA ACIONAMENTO FHD050101408	30/04/10	24/05/10	28/05/10	08/06/10	16/07/10	ok	77
08/04/2010	cliente C	container p16 n. 162 amostra	30/04/10	19/05/10	31/05/10			ok	31
		liner p16	31/05/10					ok	0
09/04/2010	cliente D	porca rotor 422194 wkp01014	26/04/10	28/05/10	10/06/10	16/06/10		ok	51
		placa desg. 2221104 wkp01014	26/04/10	28/05/10	02/06/10			ok	37
		eixo inferior 2221604 wkp01014	26/04/10	28/05/10	10/06/10	16/06/10		ok	51
		eixo superior 2221504 wkp01014	26/04/10	28/05/10	10/06/10	16/06/10		ok	51
		placa desg. 21696-2 wkp01035	26/04/10	28/05/10	02/06/10			ok	37
20/04/2010	cliente E	reforma bomba wkp 01.100	30/04/10	31/05/10	10/06/10	16/06/10		ok	47
23/04/2010	cliente F	reforma cesto ca-1750	31/07/10	13/08/10				ok	13
		reforma garfo ca-1750	31/07/10					ok	0
		reforma cesto cck-14	31/07/10					ok	0
		descarregador ca-1750	31/07/10	06/08/10	09/08/10			ok	9
		cesto inox ca-1750	31/07/10	13/08/10	17/08/10			ok	17
		cesto cck-14	31/07/10	13/08/10	17/08/10			ok	17
		descarregador ca-1750	31/07/10	06/08/10				ok	6
		cesto ca-1750	31/07/10	13/08/10				ok	13
cesto cck-14	31/07/10	13/08/10				ok	13		
26/04/2010	cliente G	rolo des. 132k060dem008 rc	07/06/10	16/06/10	11/06/10			ok	4
		rolo	26/05/10	16/06/10	11/06/10			ok	16
		rolo	26/05/10	16/06/10	11/06/10			ok	16

Emissão	Nome	Descrição	Replanejamento					situação	atraso
20/05/2010	cliente H	reforma bomba wkp01. 035p	20/07/10	23/07/10	28/07/10			ok	8
13/05/2010	cliente I	orçar bomba wkp	comercial					ok	0
13/05/2010	cliente J	rolo levedura diam. 800x1500mm	31/05/10	28/05/10	01/06/10	14/06/10	23/06/10	ok	23
13/05/2010	cliente C	container p13 conf. amostra	31/05/10	08/06/10	14/06/10			ok	14
19/05/2010	cliente F	bucha c/porca rol cart ca1750	07/06/10	11/06/10	16/06/10			ok	9
19/05/2010	cliente K	jg rep cilind 5237000002 ca175	31/05/10	08/06/10	01/07/10			ok	31
21/05/2010	cliente L	estrut. truque des. 84d732035	27/05/10	28/05/10				ok	1
21/05/2010	cliente H	bomba wkp 01.035	20/08/10	27/08/10	31/08/10			ok	11
24/05/2010	cliente M	eixo diam. 114x5738mm	11/06/10					ok	0
05/05/2010	cliente N	base des. 315.0050.001/01 r0	30/05/10	07/06/10	08/06/10			ok	9
06/05/2010	cliente N	coluna des. 315.0100.001/01 r0	30/05/10	21/05/10	28/05/10	01/06/10		ok	2
13/05/2010	cliente N	base des. 3000050001/01 r0	30/05/10	25/06/10	16/06/10			ok	17
19/05/2010	cliente N	coluna des. 300.0100.001/01 r0	30/05/10	18/06/10	10/06/10			ok	11
27/05/2010	cliente O	estrutura des. ms-09.04.369-0	02/06/10	04/06/10				ok	2
27/05/2010	cliente O	estrutura des. ms-09.04.369-0	07/06/10	08/06/10	09/06/10			ok	2
02/06/2010	cliente L	estrut. truque des. 84d732035	09/06/10					ok	0
02/06/2010	cliente O	mesa des. 09.04.428-1 r0	15/06/10	17/06/10				ok	2
07/06/2010	cliente P	eixo oscilante m4-51642 ac	18/06/10	14/06/10				ok	-4
07/06/2010	cliente Q	carçaça pres v inox 304 01.050	23/07/10	30/07/10	06/08/10			ok	14
08/06/2010	cliente L	estrut. truque des. 84d732035	14/06/10					ok	0
08/06/2010	cliente R	eixo des. 73.510.473	20/06/10	16/06/10				ok	-4
08/06/2010	cliente G	flange des. du-400024722 ra	16/06/10	29/06/10				ok	13
08/06/2010	cliente S	flange bipartida s/n	15/06/10	11/06/10				ok	-4
09/06/2010	cliente T	distribuidor 58-01-17-020 r. b	18/06/10	17/06/10				ok	-1

Emissão	Nome	Descrição	Replanejamento				situação	atraso
09/06/2010	cliente F	bucha guia bipolar bronz 3134598	02/07/10	16/07/10	14/07/10		ok	12
10/06/2010	cliente F	bomba wkp 01.050v	13/09/10	08/09/10			ok	-5
11/06/2010	cliente U	haste des. p(15) 20410-1	30/06/10	07/07/10	16/07/10		ok	16
		corpo des. p(15) 20410-2	30/06/10	05/07/10	16/07/10		ok	16
11/06/2010	cliente U	tampa traseira des. p15264102	30/06/10	07/07/10	16/07/10		ok	16
		tampa frontal des. p15264101	30/06/10	07/07/10	16/07/10		ok	16
11/06/2010	cliente L	estrut. truque des. 84d732035	19/06/10	18/06/10			ok	-1
11/06/2010	cliente V	coxim 55x45 m16	14/06/10				ok	0
21/06/2010	cliente W	eixo arvore conf. amostra	30/07/10	28/07/10			ok	-2
21/06/2010	cliente X	elem elast 003-032095 - ca1750	01/07/10	05/07/10	14/07/10		ok	13
23/06/2010	cliente C	bucha prensa p18 conf. croqui	05/07/10	19/07/10			ok	14
28/06/2010	cliente Y	camisa do cilindro pss600/60	08/07/10				ok	0
28/06/2010	cliente FE	lat c100 des 80211749500	05/07/10	13/07/10	26/07/10		ok	21
		lat c100 des 80211747500	05/07/10	13/07/10	26/07/10		ok	21
		lat c80 des 80211150500	08/07/10	26/07/10			ok	18
		lat c80 des 80211144500	08/07/10	26/07/10			ok	18
		lat c100 des 80211747500	26/07/10				ok	0
		lat c100 des 80211747500	26/07/10				ok	0
		lat c100 des 80211747500	01/09/10				ok	0
		lat c80 des 80211144500	14/07/10	27/07/10			ok	13
28/06/2010	cliente FE	lat c100 des 80211749	01/09/10				ok	0
		lat c80 des 80211150500	14/07/10	27/07/10			ok	13
		lat c100 des 80211749	01/09/10				ok	0
		lat c100 des 80211749	01/09/10				ok	0





