



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Paraná  
Setor de Tecnologia  
*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)*

**WANDERSON STAEL PARIS**

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE  
CAUSA RAIZ E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS EM  
PROCESSOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO.**

Orientador: Prof. Marcelo Gechele Cleto, Dr. Eng.

Curitiba, dezembro de 2003.



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Paraná  
Setor de Tecnologia  
*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)*

**WANDERSON STAEL PARIS**

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE  
CAUSA RAIZ E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS EM  
PROCESSOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Marcelo Gechele Cleto, Dr. Eng.

Curitiba, dezembro de 2003.

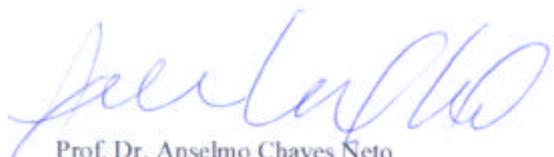
## TERMO DE APROVAÇÃO

WANDERSON STAEL PARIS

### PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE CAUSA RAIZ E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

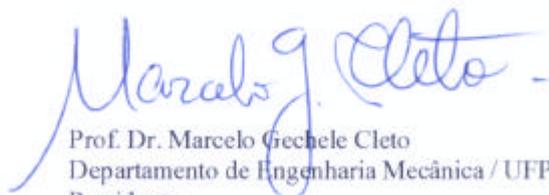
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Anselmo Chaves Neto  
Universidade Federal do Paraná/PPGMN E



Prof. Dr. João Carlos da Cunha  
Universidade Federal do Paraná/DAGA



Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto  
Departamento de Engenharia Mecânica / UFPR  
Presidente

Curitiba, dezembro de 2003

À minha esposa, **Gilmara**, pela compreensão às minhas ausências para efetivação da dissertação, trabalhos e acompanhamento das aulas, e pelo constante suporte no dia a dia da família que permitiu a dedicação para o encerramento deste mestrado.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Paraná (UFPR), que me acolheu e permitiu o desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor Dr. Marcelo Gechele Cleto por sua orientação no decorrer do trabalho, sem o qual certamente não seria possível ter atingido o nível desejado e necessário, para que este trabalho fosse, realmente, uma contribuição ao desenvolvimento.

Aos professores que compuseram a parte teórica deste curso de Pós Graduação, pela sua contribuição, permitindo-me a base de desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho, pelo grande apoio e oportunidade de desenvolvimento desta dissertação.

Aos colegas do mestrado pela amizade e cumplicidade, em especial, ao grande amigo Evaldo Zagonel que muito contribuiu ao percorrermos o caminho do mestrado.

Aos meus filhos pelo amor e compreensão.

Aos meus pais, pelo exemplo e pela meta que sempre tiveram, a educação como a maior das heranças que se pode oferecer a um filho.

À minha família pelo carinho e estímulo recebidos.

“Hoje, o principal obstáculo à liberação do homem da escravidão do trabalho não é causado pelos atrasos da tecnologia, mas pelos atrasos da cultura”.

*Domenico De Masi*

## RESUMO

A presente dissertação tem por finalidade, apresentar uma maneira ordenada, lógica e sistemática de se chegar à causa-raiz de um problema complexo causado por fatores especiais (que aparecem esporadicamente e não são inerentes ao processo produtivo), bem como uma descrição passo a passo, de como solucionar o problema de maneira definitiva, através da avaliação, escolha e comprovação da eficácia da melhor opção da solução. Inicialmente é apresentada uma exploração do processo da qualidade dissertando-se sobre a sua evolução histórica, o avanço tecnológico, a gestão da qualidade total (GQT), algumas considerações na adoção de um sistema da qualidade e uma breve descrição das metodologias MASP, 8-D, KT e QC Story. Em seguida, são abordados alguns aspectos relacionados aos grupos envolvidos com a tomada de decisões e apresentam-se algumas ferramentas que podem auxiliar na análise e solução de problemas em processos industriais. No capítulo que trata a metodologia proposta, é apresentado um modelo de análise e solução de problemas baseado em modelos existentes na literatura e adaptado a problemas complexos. Ao longo deste processo estarão sendo abordadas também, as funções do moderador na condução e moderação da metodologia proposta. Depois, apresenta-se a aplicação prática da metodologia proposta na empresa estudada e sua aplicabilidade na solução de problemas em um estudo de caso na referida indústria, bem como uma análise dos resultados obtidos. Por último, são feitas considerações finais sobre o desenvolvimento e aplicação da metodologia proposta e recomendações para trabalhos futuros.

**Palavras-chave:** Causa-raiz, Análise e Solução de Problemas, Problemas complexos.

## **ABSTRACT**

The present work has as aim to present a methodical, logical and systematic way of detecting the root cause of a complex problem caused by special factors (which arise sporadically and are not inherent to the productive process), as well as a step by step description of how to definitely solve the problem, through the evaluation, choice and effectiveness proof of the best solution. Initially an exploration of the quality process is presented through the historical evolution, the technological advances, the total quality management (TQM), some considerations on the adoption of a quality system and a brief description of the methodologies MASP, 8-D, KT and QC Story. After that, some aspects related to the decision making and the involved groups are boarded and some tools are described, which can be used in the analysis and solution of problems related to industrial processes. In the chapter that handles the proposed methodology, it is presented a model for analysis and solution of problems, based on models mentioned in the bibliografy and adapted to complex problems. It is also studied the functions of the moderator, when following the use of this methodology. In the sequence, it is presented the practical application of the proposed methodology in an actual company and its applicability in the solution of a complex problem, as well as an analysis of the obtained results. At the end, final considerations are made on the development and application of the proposal methodology and recommendations for future works.

**Keywords:** Root Cause, Problem Solution Analysis, Complex Problem.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Análise de problema – Fonte: KEPNER e TREGOE (1981).	43
Figura 2 Diagrama da 1ª. Fase: O Problema	65
Figura 3 LPA – Lista de Pontos Abertos	74
Figura 4 Diagrama da 2ª. Fase: A Causa	74
Figura 5 Exemplo de Matriz de Inter-relação	77
Figura 6 Diagrama da 3ª. Fase: A Solução	78
Figura 7 Diagrama da 4ª. Fase: A Implementação	80
Figura 8 Diagrama da 5ª. Fase: A Verificação	81
Figura 9 Cadeia de fornecimento envolvendo as duas empresas	86
Figura 10 LPA – Lista de Pontos Abertos – 1ª. Edição	92
Figura 11 Diagrama de Causa e Efeito	93
Figura 12 Matriz de Inter-relação	96
Figura 13 LPA – Lista de Pontos Abertos – 2ª. Edição	97

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Técnicas utilizadas em cada etapa do MASP.....	37
Tabela 2 Correlação entre Ciclo PDCA e MASP. ....	38
Tabela 3 Relação das fases e etapas da Metodologia. ....	63
Tabela 4 Folha de Verificação do Problema. ....	66
Tabela 5 Relação entre as fases e as ferramentas. ....	83
Tabela 6 Condições de Contorno do Problema. ....	91
Tabela 7 Hipóteses levantadas para o CABEÇOTE. ....	94
Tabela 8 Hipóteses levantadas para o BLOCO. ....	94
Tabela 9 Hipóteses levantadas para o INJETOR ....	94
Tabela 10 Hipóteses levantadas para a INTERAÇÃO DOS SISTEMAS.....	95
Tabela 11 Premissas a serem validadas.....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

	1) Why: Por que fazer?	2) What: O que deve ser feito?
	3) How: Como deve ser feito?	4) Where: Onde será feito?
5W2H	5) When: Quando será feito?	6) Who: Quem será responsável?
	7) How Much: Quanto custará?	
8-D	Metodologia das 8 Disciplinas da FORD	
GQT	Gestão da Qualidade Total	
KT	Metodologia Kepner e Tregoe de Solução de Problemas	
LPA	Lista de Pontos Abertos	
MASP	Metodologia de Análise e Solução de Problemas	
Poka-Yoke	Dispositivo à prova de falhas.	

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
1.2	OBJETIVO DO TRABALHO	19
1.3	JUSTIFICATIVA PARA O TEMA	20
1.4	CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA	22
1.5	LIMITAÇÕES	22
1.6	METODOLOGIA DO TRABALHO	23
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO	25
<b>2</b>	<b>UMA ABORDAGEM CONCEITUAL DA QUALIDADE</b>	<b>26</b>
2.1	EVOLUÇÃO DA QUALIDADE	26
2.2	AVANÇO TECNOLÓGICO E QUALIDADE	29
2.3	GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL – GQT	31
2.4	CONSIDERAÇÕES NA ADOÇÃO DO SISTEMA DA QUALIDADE	33
2.5	METODOLOGIAS ESTUDADAS	36
2.5.1	MASP (METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS)	36
2.5.2	MÉTODO DAS 8-D (8 DISCIPLINAS - FORD)	38
2.5.3	KT (KEPNER & TREGOE)	40
2.5.4	QC STORY (QUALITY CONTROL STORY)	43
2.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS METODOLOGIAS APRESENTADAS	45
<b>3</b>	<b>FERRAMENTAS PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b>	<b>47</b>
3.1	CONSIDERAÇÕES RELACIONADAS AOS GRUPOS DE TRABALHO ENVOLVIDOS NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	47
3.2	FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE	50
3.2.1	BRAINSTORMING	50
3.2.2	MATRIZ GUT	51
3.2.3	5W1H (What; Why; Who; When; Where; How)	51
3.2.4	FLUXOGRAMA	52
3.2.5	DIAGRAMA DE PARETO	53

3.2.6	DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	54
3.2.7	FOLHA DE VERIFICAÇÃO	54
3.2.8	ESTRATIFICAÇÃO	55
3.2.9	DIAGRAMA DE ÁRVORE	55
3.2.10	HISTOGRAMA	56
3.2.11	DIAGRAMA DE AFINIDADE	56
3.2.12	MATRIZ DE INTER-RELAÇÃO	57
3.2.13	DIAGRAMA DE MATRIZ	58
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS FERRAMENTAS	58
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA PROPOSTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE CAUSA RAIZ E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS</b>	<b>60</b>
4.1	CAUSAS COMUNS, CAUSAS ESPECIAIS E PROBLEMAS COMPLEXOS	60
4.2	A METODOLOGIA PROPOSTA	62
4.3	DESCRIÇÃO DAS FASES DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	64
4.3.1	FASE 1: O PROBLEMA	64
4.3.2	FASE 2: A CAUSA	74
4.3.3	FASE 3: A SOLUÇÃO	78
4.3.4	FASE 4: A IMPLEMENTAÇÃO	80
4.3.5	FASE 5: A VERIFICAÇÃO	80
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	82
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DA METODOLOGIA</b>	<b>85</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	85
5.2	DESCRIÇÃO DAS FASES DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	86
5.2.1	FASE 1: O PROBLEMA	86
5.2.2	FASE 2: A CAUSA	92
5.2.3	FASE 3: A SOLUÇÃO	98
5.2.4	FASE 4: A IMPLEMENTAÇÃO	99
5.2.5	FASE 5: A VERIFICAÇÃO	99
5.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO	100
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>104</b>
6.1	CONCLUSÕES	104
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	105
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Numa abordagem atual, uma empresa deve ser tratada como um grande processo, que recebe e processa insumos, informações e recursos do ambiente, tendo como resultados produtos, informações e/ou serviços. A importância de se conhecer, controlar e melhorar os processos pode ser atribuída a uma visão moderna de gerenciamento, onde a estrutura da empresa deve ser adaptada aos processos de forma a melhor atendê-los.

Uma empresa se subdivide em vários subprocessos, que se subdividem em atividades e estas em tarefas. Este conceito fornece uma poderosa forma de lidar com os problemas, pois ao dividir um problema em vários outros problemas menores, pode-se mais facilmente "atacá-los" e eliminá-los de forma priorizada e esquemática. Normalmente os processos e subprocessos estão integrados em uma cadeia de cliente-fornecedor. Um processo é cliente do processo anterior e fornecedor do posterior. Os problemas existentes na execução dos subprocessos podem estar relacionados com falhas na definição dos processos, defeitos nos produtos ou serviços, desperdícios e outras ocorrências que caracterizam a não qualidade.

Uma questão importante a considerar, quando da abordagem de problemas em processos produtivos, é o conceito de Maslow, implantado inicialmente no Japão pós-guerra, que versa sobre a idéia de que todo ser humano tem uma natureza boa e que um trabalho bem executado gera satisfação e sentimento de realização (CAMPOS, 1992). Partindo da premissa que todo problema é causado pelo homem e que na abordagem de problemas industriais a tendência natural é buscar um "culpado", este trabalho propõe a eliminação de problemas focando os processos e buscando as causas, que devem ser pesquisadas por todas as pessoas envolvidas a fim de solucioná-lo. Para que se possa extrair o melhor resultado destas pessoas é de fundamental importância a eliminação da "cultura do medo" no intuito de gerar satisfação e sentimento de realização na solução de problemas.

Para uma análise eficaz de um determinado problema faz-se necessário um sistema organizado para o processamento da informação numa ordem pré-fixada. Para aplicar métodos lógicos de análise, é preciso compreender a diferença entre análise de problemas e tomada de decisões, e também, ter uma compreensão dos conceitos subjacentes a cada um de tais processos. Dois conceitos da análise de problemas são evidenciados; um deles é que cada problema constitui um desvio de algum padrão de desempenho esperado, e o outro é que uma mudança de certa espécie é sempre a causa de um problema. Conceitos como estes proporcionam um roteiro indicativo para a direção a ser tomada na análise de problemas e na tomada de decisões.

Segundo JURAN (1992) "Problema é um desvio da característica de qualidade de seu nível ou estado pretendido que ocorre com gravidade suficiente para fazer com que um produto associado não satisfaça às exigências de uso, normal ou razoavelmente previsível". De acordo com HOSOTANI (1992) "Um problema é a diferença entre a situação atual e a situação ideal ou objetiva".

Entretanto, conceitos apenas não bastam. Existe a necessidade de uma metodologia ordenada e eficiente para prosseguir de acordo com as etapas descritas em um roteiro a fim de que a análise possa ser executada. Esta metodologia, baseada nos conceitos anteriormente descritos, deve indicar o que e quando fazer, qual a informação e como utilizá-la. Em contrapartida, os procedimentos usuais podem estipular que se deva "obter todos os fatos" e "definir o problema". Isto é apropriado, porém nunca se diz o suficiente sobre como e o que fazer com a informação uma vez obtida.

KEPNER & TREGOE (1981) identificaram, através da observação das táticas dos administradores em atuação, sete conceitos básicos na análise de problema (chegar à causa) e sete na tomada de decisões (escolher o que fazer a tal respeito). O administrador que os compreende não é tentado a chegar a conclusões prematuras quanto às causas de um problema. Estes passos são enunciados formalmente em sete conceitos básicos da análise de problema: (a) O analisador de problemas tem um padrão de desempenho esperado, um "deveria" contra o qual compara o desempenho real; (b) Um problema é um desvio de um padrão de desempenho; (c) O desvio de um padrão precisa ser identificado, localizado e

descrito com precisão; (d) Sempre há alguma coisa que distingue o que foi afetado pela causa, daquilo que não foi afetado; (e) A causa de um problema sempre é uma mudança que ocorreu através de alguma característica, mecanismo ou condição distintiva para produzir um efeito novo e indesejado; (f) As possíveis causas de um desvio são deduzidas das mudanças relevantes encontradas na análise do problema; e (g) A causa mais provável do desvio é aquela que explica exatamente todos os fatos na especificação do problema.

De modo semelhante, os conceitos básicos da tomada de decisão seguem uma progressão racional. Envolvem uma seqüência de procedimentos, que se baseiam nos sete conceitos seguintes: (a) Os objetivos de uma decisão precisam ser primeiramente estabelecidos; (b) Os objetivos são classificados quanto à importância; (c) São desenvolvidas ações alternativas; (d) As alternativas são avaliadas levando-se em conta os objetivos estabelecidos; (e) A escolha da alternativa mais capaz de atingir todos os objetivos representa a decisão experimental; (f) A decisão experimental é examinada a fim de verificar se há possibilidade de conseqüências adversas no futuro; e (g) Os efeitos da decisão final são controlados por outras ações que evitem que possíveis conseqüências adversas se tornem problemas, e certificando-se que as ações já decididas serão executadas.

Uma metodologia bastante usada atualmente é o MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas), que é uma formalização das táticas estabelecidas para solução de problemas. De acordo com ANDO (1994), a idéia básica do MASP é: pensar logicamente e usar evidências (dados) que apoiem a lógica; entender a relação entre as causas e os resultados; encontrar quais as causas que no processo são relevantes; eliminar as causas relevantes no processo; e melhorar o resultado.

A metodologia MASP baseia-se em fatos e dados para comprovar as hipóteses levantadas. A aplicação não assegura totalmente a solução dos problemas, pois as causas nem sempre podem ser identificadas ou ultrapassam o conhecimento das equipes de trabalho.

Outra metodologia muito utilizada, principalmente na indústria automobilística, é a 8-D (oito disciplinas). Foi idealizada pela empresa Ford Motors para a resolução de problemas quando a causa é desconhecida. Como processo para a solução de problemas é uma seqüência de ações que devem ser seguidas desde o momento

que se identifica a existência de um problema até a parabenização do grupo pelos resultados obtidos.

Para CAMPOS (1992), o método mais eficiente para se resolver os problemas de uma empresa é o método de soluções dos problemas ou *Quality Control Story* (QC Story). Segundo o autor, este método é a garantia para que o controle de qualidade funcione, pois serve para eliminar os desvios crônicos, ou seja, serve para fazer a manutenção de padrão de qualidade. A análise de processos consiste numa seqüência de procedimentos baseada em fatos e dados, utilizando-se de recursos científicos e tecnológicos.

A partir da pesquisa bibliográfica e de observações no campo, realizadas no exercício da profissão, é possível afirmar que basicamente, uma metodologia de solução de problemas deve passar por cinco etapas bem definidas:

1. Definir e delimitar o problema,
2. Identificar a causa-raiz deste problema,
3. Gerar soluções alternativas,
4. Escolher e implementar a solução, e
5. Testar a eficiência da solução escolhida.

Este capítulo descreve, além desta breve introdução, os objetivos (principal e específicos), a justificativa para o desenvolvimento do estudo, a contribuição para a ciência, suas limitações, a metodologia utilizada e também a estrutura geral do trabalho que é apresentada em cada capítulo.

## **1.2 OBJETIVO DO TRABALHO**

O objetivo principal deste trabalho está em apresentar uma maneira ordenada, lógica e sistemática de se chegar à causa-raiz de um problema causado por fatores especiais (que aparecem esporadicamente e não são inerentes ao processo produtivo), bem como uma descrição passo a passo, de como solucionar o problema de maneira definitiva, através da avaliação, escolha e comprovação da eficácia da melhor opção da solução.

Como objetivos específicos pode-se citar:

- ◆ Abordar conceitualmente a qualidade através de uma revisão bibliográfica, bem como explicar as ferramentas estudadas para compor a metodologia;
- ◆ Apresentar uma metodologia para identificação de causa-raiz e solução de problemas em processos industriais;
- ◆ Aplicar a metodologia proposta em um caso de uma indústria multinacional do ramo de autopeças;
- ◆ Analisar os resultados obtidos na aplicação prática.

### 1.3 JUSTIFICATIVA PARA O TEMA

A velocidade e agilidade de resposta de uma empresa têm sido medida pela capacidade sistemática e ordenada de resolver problemas. Num ambiente de grande competitividade, internacionalização das operações e rápidas mudanças tecnológicas, exige-se das empresas respostas rápidas quanto a soluções de problemas técnicos de qualidade apresentados por seus produtos, processos e serviços. Quando um problema desta natureza é identificado no cliente, as áreas de Garantia da Qualidade do fornecedor são acionadas para resolvê-lo e simultaneamente, as áreas ligadas ao Sistema da Qualidade devem assegurar a resolução do problema dentro do fornecedor.

Existem muitas metodologias, métodos e ferramentas para a análise e solução de problemas. Algumas delas são eficientes no tratamento de determinados tipos de desvios causados por fatores normais (aleatórios e inerente ao processo produtivo). Porém, quando se trata de problemas causados por fatores especiais, freqüentemente evidencia-se o uso da intuição (adivinhação) como método para a identificação do problema, modelo que vem causando muitos prejuízos às organizações e que motiva o desenvolvimento do tema. Tais aspectos justificam e estimulam uma pesquisa focada na proposta de uma metodologia para descoberta de causa raiz e solução de problemas industriais.

Segundo KEPNER & TREGOE (1981) a solução de problemas é um processo que segue uma seqüência lógica. O processo começa pela identificação do

problema, continua com a análise para se determinar a causa e conclui com a tomada de decisão para a solução do problema. Na fase inicial é preciso que o administrador identifique claramente que um problema é um desvio ou um desequilíbrio entre o que deveria acontecer e o que realmente está acontecendo; e também que este desequilíbrio é causado por algum tipo de mudança. O esforço deve ser concentrado no sentido de identificar com precisão esse desvio. Ações não coordenadas neste sentido (ex.: qualquer tipo de ação intuitiva / adivinhação) levam a soluções paliativas e muitas vezes desastrosas; modelo este que vem causando muitos prejuízos financeiros às organizações.

GODFREY (2001) fala sobre a necessidade de se “escolher a abordagem adequada para a resolução dos problemas mais importantes”, sendo que essa abordagem seria exatamente os métodos, técnicas e ferramentas utilizadas. Ele levanta a questão de que “apenas algumas organizações têm uma compreensão profunda da atual diversidade de métodos e ferramentas disponíveis para sanar problemas críticos”.

PEREZ-WILSON (1999), analisando o programa de qualidade Seis Sigma, apresenta uma abordagem sobre o que venha a ser uma metodologia. Para ele, metodologia é uma maneira ordenada, lógica e sistemática de se realizar alguma coisa. A metodologia, segundo Perez-Wilson, seria ainda um conjunto de ferramentas, técnicas, métodos, princípios e regras organizados de forma clara, lógica e sistemática, para uso como guia, e uma descrição passo a passo de como se alcançar alguma coisa.

Método é uma palavra de origem grega e é a soma das palavras META, que significa “além de” e HODOS que significa “caminho”. Portanto método significa "o caminho para se chegar a um ponto além do caminho" (CAMPOS, 1992). Em outras palavras, podemos dizer que método é um conjunto de princípios estipulados para a execução de processos de trabalhos ou atividades. Já as ferramentas, que podem ser ditas como sinônimos de instrumentos, são as técnicas que serão utilizadas para se atingir determinado objetivo. O uso de ferramentas possibilita objetividade e clareza no trabalho e fundamentalmente, a "administração através de fatos", ao invés de opiniões e "achismos" (PRAZERES, 1996).

Os problemas complexos tratados nesta dissertação são casos mais raros, não aparecem com grande frequência. Porém, são aqueles que implicam em grandes somas monetárias e geralmente envolvem duas ou mais empresas de uma cadeia de fornecimento, justificando assim o seu estudo.

#### **1.4 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA**

Como contribuição científica, destacamos:

- ◆ O estudo de algumas metodologias, métodos e ferramentas da qualidade inseridas na gestão de sistemas produtivos;
- ◆ O desenvolvimento de uma metodologia estruturada para identificação de causa-raiz e solução de problemas em processos industriais; e
- ◆ A avaliação da sua aplicabilidade em processos produtivos de uma indústria multinacional do ramo de autopeças.

#### **1.5 LIMITAÇÕES**

Os principais fatores limitantes do trabalho são:

- ◆ Os problemas causados por fatores especiais são mais raros. A metodologia proposta foi aplicada em uma empresa onde aconteceram apenas dois casos no ano de 2002. O tempo necessário para a execução dos testes de campo é um fator extremamente limitante.
- ◆ A metodologia proposta foi aplicada em apenas um caso envolvendo uma indústria multinacional do ramo de autopeças e um cliente da referida empresa. Para utilização desta metodologia na solução de outros tipos de problemas pode ser necessária alguma adaptação.
- ◆ Em função do número de profissionais (especialistas e moderador) envolvidos na aplicação desta metodologia, bem como, os custos envolvidos na comprovação da causa-raiz, as empresas que poderão utilizá-la tendem a ser as de médio ou grande porte.
- ◆ As entrevistas puderam ser feitas apenas em uma das empresas envolvidas.

## 1.6 METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia utilizada está descrita a seguir:

- ◆ Definição do problema;
- ◆ Pesquisa Bibliográfica;
- ◆ Modelagem da Metodologia;
- ◆ Aplicação da metodologia proposta em um estudo de caso;
- ◆ Avaliação de resultados e recomendações.

A definição do problema foi realizada a partir da identificação de uma necessidade da empresa na qual o autor trabalha e onde foi aplicada a metodologia. Esta se deu em função das dificuldades apresentadas na resolução de um problema envolvendo duas empresas do ramo automotivo.

A pesquisa bibliográfica promoveu a captação de conhecimentos para a formação da fundamentação teórica, a partir do estudo de informações advindas de livros, teses, dissertações, artigos científicos e periódicos. Para CERVO e BERVIAN (1983), a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos e constitui parte da pesquisa descritiva ou experimental. Utilizou-se a pesquisa bibliográfica a fim de possibilitar a pesquisa de metodologias já propostas integrando-as às situações analisadas na pesquisa de campo.

A pesquisa de campo proporciona uma observação participante, o que possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado. LUDKE e ANDRÉ (1996), afirmam que na medida em que o observador acompanha *in loco* as experiências diárias das pessoas envolvidas, pode tentar entender a sua visão a respeito do problema, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações. No campo, é possível abordar a realidade da pesquisa qualitativa, incluindo técnicas de levantamento (entrevista, observação, observação participante, análise documental), registro, análise e divulgação de dados;

Na pesquisa qualitativa o pesquisador é o instrumento primário para coleta e análise de dados. O pesquisador deve ir fisicamente ao cenário estudado a fim de

observar as ações e o resultado deste tipo de estudo é ricamente descritivo. Na visão de MERRIAN (1998), "A pesquisa qualitativa é um conceito guarda-chuva cobrindo várias formas de indagações que nos ajudam a entender e explicar o sentido dos fenômenos sociais com a menor ruptura do ambiente natural quanto possível".

Neste trabalho foi utilizada a metodologia do estudo de caso para gerar as conclusões. Optou-se pelo estudo de caso, pela possibilidade que este apresenta para o aprofundamento da análise do assunto. Também a limitada quantidade de casos que envolvem problemas complexos na indústria pesquisada e a dificuldade de se aplicar novas metodologias (ainda não testadas) em grandes organizações, contribuíram para a utilização do estudo de caso.

A prática da pesquisa, segundo CLETO (1996), leva à necessidade de se fazer uma opção na direção dos estudos agregados ou dos estudos de caso, os dois extremos em relação ao conjunto de elementos de um assunto ou fenômeno a ser pesquisado. No estudo agregado não há problemas de representatividade, pois, por definição estuda-se já o universo completo dos elementos que interessam. Já no estudo de caso, ao invés de apresentar-se um teste de representatividade, o pesquisador deixa as inferências relativas ao todo por conta da capacidade de julgamento do leitor.

No estudo de caso, o interesse primeiro não é pelo caso em si, mas pelo que ele sugere a respeito do todo. Segundo LAKATOS & MARCONI (1991) qualquer estudo de caso que seja estudado em profundidade pode ser considerado representativo de muitos outros, ou até de todos os casos semelhantes. Para estes autores, a investigação deve examinar o tema escolhido observando-se todos os fatores que o influenciaram e analisando-o em todos os seus aspectos. Ainda conforme CLETO (1996), a flexibilidade na abordagem do estudo de caso torna difícil estabelecer-se um roteiro rígido para o desenvolvimento da pesquisa e a delimitação da unidade-caso não constitui tarefa simples. A determinação das informações (qualitativas e quantitativas) necessárias sobre o objeto delimitado exige ainda intuição e habilidade do pesquisador, no intuito de se chegar à compreensão do objeto como um todo.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação está estruturada em seis capítulos, como segue:

O capítulo em questão apresenta uma breve introdução e descreve os objetivos (principal e específicos), a justificativa para o desenvolvimento do estudo, a contribuição para a ciência, suas limitações, a metodologia utilizada e também a presente estrutura.

No capítulo II – Uma abordagem Conceitual; é apresentada uma exploração do processo da qualidade dissertando-se sobre a sua evolução histórica, o avanço tecnológico, a gestão da qualidade total (GQT), algumas considerações na adoção de um sistema da qualidade e uma breve descrição das metodologias MASP, 8-D, KT e QC Story.

No capítulo III – Ferramentas para análise e solução de problemas; são abordados alguns aspectos relacionados aos grupos envolvidos com a tomada de decisões e apresentam-se algumas ferramentas que podem auxiliar na análise e solução de problemas em processos industriais.

No capítulo IV – A metodologia proposta para identificação de causa raiz e solução de problemas complexos em processos industriais; é apresentada uma maneira ordenada, lógica e sistemática de se chegar à causa-raiz de um problema causado por fatores especiais (que aparecem esporadicamente e não são inerentes ao processo produtivo), bem como, uma descrição, passo a passo, de como solucionar o problema de maneira definitiva, através da avaliação, escolha e comprovação da eficácia da melhor opção da solução. Ao longo deste processo estarão sendo abordadas também, as funções do moderador na condução e moderação da metodologia proposta.

No capítulo V – Aplicação da metodologia; apresenta-se a aplicação prática da metodologia proposta na empresa estudada e sua aplicabilidade para solução de problemas em um caso na referida indústria, bem como uma análise de sua utilização.

No capítulo VI – Conclusões e recomendações; são descritas as considerações finais sobre o desenvolvimento e aplicação da metodologia proposta e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 UMA ABORDAGEM CONCEITUAL DA QUALIDADE

Dentro do contexto global, a busca incessante pela qualidade e produtividade tem exercido um papel relevante na manutenção e conquista de novos mercados. A qualidade vem sendo colocada como forma de gerenciamento produtivo e, quando implementada, melhora de forma significativa e contínua o desempenho organizacional.

Neste enfoque, o capítulo inicia-se com a exploração do processo da qualidade dissertando-se sobre a sua evolução história, o avanço tecnológico, a gestão da qualidade total (TQM), algumas considerações na adoção de um sistema da qualidade e uma breve descrição das metodologias MASP, 8-D, KT e QC Story.

### 2.1 EVOLUÇÃO DA QUALIDADE

Até o século XVII, as atividades de produção de bens eram desempenhadas por artesãos. Com inúmeras especializações e denominações, essa classe abarcava praticamente todas as profissões liberais então existentes. No sistema de produção artesanal, o artesão era responsável por todas as etapas do processo produtivo, desde a concepção, produção e comercialização. Havia uma ligação direta entre o artesão que definia, produzia e controlava a qualidade e o mercado consumidor. Dentro das normas das corporações de ofício, os aprendizes eram transformados em artesões, tendo a qualidade de seus produtos como um parâmetro fundamental. O contato direto entre o artesão e os consumidores, proporcionava a este uma visão das necessidades e desejo do consumidor, possibilitando assim, que os produtos fossem feitos sob medida para atender ao cliente.

A partir das invenções da imprensa de tipos (séc. XV) e do tear hidráulico (séc. XVIII), ficara demonstrada a possibilidade de mecanizar o trabalho e produzir um bem em série. Mas foi em 1776, com o desenvolvimento da máquina a vapor por James Watt, que o homem passou a dispor de um recurso prático para substituir o trabalho humano ou a tração animal por outro tipo de energia. Uma das atividades rapidamente mecanizada foi a produção de têxteis. Neste novo sistema, os trabalhadores perdem sua autonomia e são reunidos num mesmo local para

produzirem, sob comando de um capitalista, que organiza a produção, assume a definição do padrão de qualidade e a comercialização. Os mestres, capatazes e encarregados passam a assumir boa parcela do controle de qualidade. Porém, o trabalhador ainda tem responsabilidade direta pela qualidade, pois o produto ainda pode ser associado a quem o produziu.

No fim do século XIX surgiram nos Estados Unidos os trabalhos de Frederick W. Taylor, considerado o pai da Administração Científica. É com os trabalhos de Taylor que surge a sistematização do conceito de produtividade, isto é, a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção, com o objetivo de se obter melhoria da produtividade com o menor custo possível (MARTINS & LAUGENI, 2002). A imposição de um ritmo e método de trabalho, supostamente ótimos, o sistema de remuneração por tarefas e a grande ênfase dada à produtividade, acabam surtindo efeito negativo sobre a qualidade. Para restabelecer o equilíbrio, são criados departamentos centrais de inspeção ou de controle da qualidade, que reúnem todos os inspetores da qualidade, antes distribuídos nos vários departamentos de produção. Estes departamentos assumem uma função essencialmente corretiva, ou seja, separar produtos bons de produtos defeituosos.

A inspeção evitava que a maioria dos produtos defeituosos chegasse ao consumidor, porém, crescia o número de peças defeituosas em função do distanciamento da produção em relação à qualidade. O grande número de inspetores torna-se extremamente oneroso. No auge da etapa de inspeção, no final da década dos anos 20, a Hawthorne, principal instalação da Bell System americana, por exemplo, empregava quarenta mil pessoas, das quais cinco mil e duzentas (13% do total), no departamento de Inspeção (JURAN, 1990).

Em 1945 é fundada a American Society for Quality Control - ASQC, contribuindo para a especialização de profissionais na área de Qualidade. Em 1951, JURAN publica a primeira versão de seu manual, consolidando e divulgando os conhecimentos da Engenharia da Qualidade, e apresentando o conceito de custos da qualidade. Surge também na década de 50 a engenharia da confiabilidade, voltada aos "sistemas complexos", além da indústria eletrônica e aeroespacial. Especialistas americanos, JURAN, DEMING e FEIGENBAUM levam o controle

estatístico da qualidade para o Japão, iniciando um grande movimento naquele país. Nos Estados Unidos surgem vários programas, tendo como destaque o programa “zero defeitos”, de grande sucesso nos anos de 1961-62, na fabricação dos mísseis Pershing na Martin Company, da qual surge CROSBY, enfatizando aspectos de gestão e relações humanas.

Segundo FEIGENBAUM (1994), a evolução da qualidade pode ser analisada em cinco fases, a partir de 1900, como segue:

- ◆ 1ª Fase - 1900 - CONTROLE DA QUALIDADE PELO OPERADOR - Um trabalhador ou um grupo pequeno era responsável pela fabricação do produto por inteiro, permitindo que cada um controlasse a qualidade de seu serviço.
- ◆ 2ª Fase - 1918 - CONTROLE DA QUALIDADE PELO SUPERVISOR - Um supervisor assumia a responsabilidade da qualidade referente ao trabalho da equipe, dirigindo as ações e executando as tarefas onde fosse necessário e conveniente em cada caso.
- ◆ 3ª Fase - 1937 - CONTROLE DA QUALIDADE POR INSPEÇÃO - Esta fase surgiu com a finalidade de verificar se os materiais, peças, componentes, ferramentas e outros estão de acordo com os padrões estabelecidos. Deste modo seu objetivo é detectar os problemas nas organizações.
- ◆ 4ª Fase - 1960 - CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE - Esta etapa ocorreu através do reconhecimento da variabilidade na indústria. Numa produção sempre ocorre uma variação de matéria-prima, operários, equipamentos etc. A questão não era distinguir a variação e sim como separar as variações aceitáveis daquelas que indicassem problemas. Deste modo surgiu o Controle Estatístico da Qualidade, no sentido de prevenir e atacar os problemas. Surgiram também as sete ferramentas básicas da qualidade na utilização da produção: Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão e Carta de Controle.
- ◆ 5ª Fase (1980) - GERENCIAMENTO DA QUALIDADE - A qualidade passou de um método restrito para um mais amplo, o gerenciamento. Mas ainda continuou com seu objetivo principal de prevenir e atacar os problemas, apesar de os instrumentos se expandirem além da estatística, tais como: quantificação dos

custos da qualidade, controle da qualidade, engenharia da confiabilidade e zero defeitos.

Nos anos oitenta, a rápida difusão internacional de inovações de produtos e de processos, em particular, as tecnologias de automação flexível e as novas técnicas de organização da produção de origem japonesa promoveram uma sensível elevação dos padrões de eficiência e qualidade da indústria mundial. A maioria das nações industrializadas respondeu aos critérios cada vez mais exigentes de competitividade internacional, engajando-se em programas de atualização da qualidade industrial e definindo políticas para a adoção das novas práticas produtivas por parte das empresas. Qualidade tornou-se uma idéia-chave no direcionamento das políticas industriais nacionais.

No Brasil ocorreu um fenômeno idêntico. A consolidação da abertura comercial da economia, conjugada à necessidade de racionalizar o sistema industrial do país de modo a aproximá-lo dos padrões de eficiência em vigor nos países desenvolvidos, levaram a política industrial a eleger a questão da qualidade como um dos seus eixos centrais.

## **2.2 AVANÇO TECNOLÓGICO E QUALIDADE**

Os avanços tecnológicos em curso na indústria mundial, que para muitos autores constituem as bases de uma terceira revolução industrial, consagram um novo modelo competitivo em que qualidade, flexibilidade, rapidez e racionalização dos custos de produção, constituem os pilares básicos da competitividade internacional.

No novo modelo competitivo prevalece o produto “customizado” (automação flexível microeletrônica / organização polivalente da produção), em substituição ao produto “padronizado” (automação rígida eletromecânica / divisão do trabalho da produção), que compõem os princípios essenciais do taylorismo-fordismo que prevaleceu até poucos anos atrás.

O questionamento dos princípios “fordistas” nos países ocidentais data do início da década de 70, e decorreu da percepção dos limites de sua eficácia face às

novas práticas de organização da produção, adotadas principalmente por empresas japonesas através da intensa exploração das novas tecnologias. O novo padrão competitivo visa superar os limites à expansão da forma de concorrência baseada na diferenciação de produtos, difundida internacionalmente no pós-guerra.

Estas transformações interferem diretamente na competição internacional, principalmente quanto à delimitação territorial da concorrência mais internacionalizada e à aceleração do ritmo de inovação tecnológica, com a redução do ciclo de vida de produtos e processos, e o aumento da diferenciação de produtos. Conseqüentemente, novos critérios para a qualidade industrial são criados.

A prova disto é a variação dos conceitos expressados por vários autores nas últimas décadas:

- ◆ JENKINS (1972): “É o grau de ajuste de um produto à demanda que pretende satisfazer”.
- ◆ ORGANIZAÇÃO EUROPÉIA DE CONTROLE DA QUALIDADE (1972): “É a condição necessária de aptidão para o fim a que se destina”.
- ◆ JURAN (1974): “é adequação ao uso através da percepção das necessidades dos clientes”;
- ◆ DEMING (1982): “é perseguição às necessidades dos clientes e homogeneidade dos resultados do processo”;
- ◆ CROSBY (1984): “é conformidade do produto às suas especificações”;
- ◆ FEIGENBAUM (1986): “é o conjunto de características incorporadas ao produto através do projeto e manufatura que determinam o grau de satisfação do cliente”;
- ◆ ISHIKAWA (1986): “é a rápida percepção e satisfação das necessidades do mercado, adequação ao uso dos produtos e homogeneidade dos resultados do processo”.
- ◆ JURAN e GRZYNA (1991): “É adequação ao uso”.
- ◆ PALADINI (2000): “Possui uma componente espacial, a multiplicidade de itens, e uma componente temporal, as alterações conceituais ao longo do tempo (processo evolutivo)”.

Para a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, norma NBR ISO 8402 - Qualidade é a totalidade de propriedades e características de um produto ou serviço, que confere sua habilidade em satisfazer necessidades explícitas ou implícitas.

A valorização da qualidade como fonte de vantagem competitiva, aprimorou os diagnósticos iniciais sobre a competitividade das empresas japonesas, até então centrados nas transformações ocorridas no nível dos produtos e processos, e relegando ao segundo plano a importância das inovações organizacionais no novo padrão de concorrência.

### **2.3 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL – GQT**

A GQT, ou gestão da qualidade total, segundo a norma NBR ISO 8402 (1994) é o “modo de gestão de uma organização, centrado na qualidade, baseado na participação de todos os seus membros, visando ao sucesso a longo prazo, através da satisfação do cliente e dos benefícios para todos os membros da organização e para a sociedade.”

Segundo FEIGENBAUM (1994), Controle da Qualidade Total é um sistema efetivo para a integração dos esforços de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade, esforços estes de vários grupos em uma organização, que visa permitir o marketing, a engenharia, a produção e os serviços ao nível mais econômico que permita a plena satisfação do cliente.

A Gestão pela Qualidade Total significa criar, intencionalmente, uma cultura organizacional em que todas as transações são perfeitamente entendidas e corretamente realizadas e onde os relacionamentos entre funcionários, fornecedores e clientes são bem-sucedidos (CROSBY, 1999).

CAMPOS (1990), afirma que sob um ponto de vista mais amplo, a GQT não é apenas uma coleção de atividades, procedimentos e eventos. É baseada em uma política inabalável que requer o cumprimento de acordos com requisitos claros para as transações, educação e treinamento contínuos, atenção aos relacionamentos e envolvimento da gerência nas operações, seguindo a filosofia da melhoria contínua.

Para OAKLAND (1994) a GQT apresenta diversas vantagens, seja na redução do tempo de desenvolvimento do produto e mudanças no projeto, ou na redução das reclamações dos clientes e custos da produção, além de minimizar as perdas e os transtornos internos. Do mesmo modo, pode aumentar as possibilidades de atendimento às exigências dos clientes, assim como melhorar a comunicação entre os departamentos e o aprendizado entre eles.

Para as organizações, a implementação dos programas de qualidade representou o aprimoramento de forma contínua não só dos produtos e da forma como eles são produzidos, mas também do desempenho global e dos relacionamentos entre as pessoas. O aprimoramento contínuo leva à melhor qualidade de vida no ambiente de trabalho (CHENG, 1995).

A Gestão pela Qualidade Total é útil em todos os tipos de organização por tratar-se de uma abordagem abrangente que visa melhorar a competitividade, a eficácia e a flexibilidade de uma organização por meio de planejamento, organização e compreensão de cada atividade, envolvendo cada indivíduo em cada nível.

Princípios da Qualidade Total (MILET et al, 1993):

1. Total satisfação dos clientes;
2. Desenvolvimento de recursos humanos;
3. Constância de propósitos;
4. Gerência participativa;
5. Aperfeiçoamento contínuo;
6. Garantia da qualidade;
7. Delegação;
8. Não aceitação de erros;
9. Gerência de processos;
10. Disseminação de informações.

Na GQT temos o gerenciamento da rotina, efetuado por todos os envolvidos na empresa, e o gerenciamento da melhoria, esta última responsabilidade da alta administração.

Conceitos envolvidos:

- ◆ **Qualidade:** Conjunto de características contidas num produto ou serviço que atende e, por vezes, supera as expectativas dos clientes. Engloba: qualidade intrínseca, preço adequado, prazo adequado e pós-venda ou pós-transação.
- ◆ **Produtividade:** Redução do tempo e custo na execução de um serviço ou fabricação de um produto, com a manutenção dos níveis de qualidade, sem acréscimo de mão-de-obra.
- ◆ **Competitividade:** Produtos ou serviços de qualidade superior e/ou de custo menor que os dos concorrentes nacionais e internacionais.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES NA ADOÇÃO DO SISTEMA DA QUALIDADE

O progresso técnico enfatiza como determinante decisivo do processo de difusão de inovações, a interação entre fatores do lado da oferta e do lado da demanda na economia, em lugar de cada um deles tomado isoladamente. Além de numerosos, esses fatores ultrapassam o nível da empresa, relacionando-se à estrutura do mercado, e ao sistema produtivo como um todo.

A ênfase nos processos de incorporação do progresso técnico se expressa no reconhecimento de que parte significativa, senão a principal, do sucesso na implementação das estratégias inovadoras deve-se à existência de relações cooperativas entre os agentes econômicos e de um ambiente institucional propício (PORTER, 1986).

Ao conferir maior destaque a fatores que constituem externalidades - ainda que em graus distintos - para a empresa individualmente considerada, uma visão abrangente do processo de difusão tecnológica sugere que a motivação e capacitação ao nível da empresa são insuficientes para assegurar a incorporação do progresso técnico. Parcerias tecnológicas, sub-contratação, interação empresa - fornecedor e empresa-cliente, participação do trabalhador, acesso à infra-estrutura,

estabilidade das regras da economia, entre outros, fazem das relações intra e intersetoriais, das relações capital-trabalho e das relações estado-setor produtivo variáveis igualmente decisivas.

Enquanto inovações organizacionais, as novas práticas de gestão da qualidade não se distinguem do conjunto das inovações tecnológicas. Os fatores empresariais pertinentes à difusão da qualidade se referem primordialmente, à capacitação tecnológica e gerencial acumulada pela empresa, e a uma visão positiva de sua alta administração sobre a relação custo-benefício envolvida nas mudanças organizacionais.

A experiência internacional tem demonstrado que os benefícios são significativos, independentemente do setor considerado. Os custos, por sua vez, estão muito mais ligados ao aprendizado do que aos investimentos prévios requeridos. Com efeito, definida a introdução da qualidade como um objetivo estratégico da empresa, os avanços tendem a aparecer muito mais como fruto da capacidade adaptativa da empresa do que da mobilização de vastas somas de capital ou de grandes recursos de projeto de produto ou processo. A inexistência de “soluções prontas” confere um caráter experimental ao período de adoção dos novos métodos de gestão da qualidade, uma vez que as rotinas da empresa são sensivelmente alteradas. O *timing* ou a condução inadequados do processo pode constituir foco de tensão entre os vários segmentos da empresa, levando ao fracasso mesmo mudanças organizacionais corretamente concebidas, (KUPFER, 1993).

No nível empresarial, essas características conferem um papel-chave na adoção da qualidade a fatores como a qualificação e o treinamento interno e externo da força de trabalho, o desenvolvimento de formas de negociação e geração de consenso entre os funcionários dos distintos níveis hierárquicos da empresa, e o envolvimento participativo de todos no processo de melhoria. Os principais obstáculos à implementação das técnicas de qualidade decorrem da não-adesão, ou de resistências às mudanças da parte dos empresários e do pessoal administrativo ligado à produção, situando-se na gerência média os principais focos de resistência à mudança.

São vários os fatores estruturais fortemente correlacionados à qualidade industrial. O primeiro deles se relaciona com as características dos mercados em termos do grau de exigência dos consumidores, industriais e finais, quanto à conformidade do produto. A correlação positiva usualmente encontrada entre incremento da qualidade e exportações é, a rigor, uma decorrência desse fato, já que no mercado internacional os níveis de exigência são, quase sempre, muito altos. Com relação ao grau de concentração industrial, não há evidência de que a existência de estruturas concorrenciais mais atomizadas favoreça à difusão da qualidade; ao contrário, são os oligopólios diferenciados que apresentam maiores níveis de qualidade industrial (KUPFER, 1993).

De acordo com as formas de integração entre empresas de uma mesma cadeia produtiva, definem-se horizontes variáveis para a incorporação da qualidade. Esses horizontes não se limitam às possibilidades do cadastramento ou certificação de fornecedores ou, ainda, outros métodos de garantia da qualidade; o que está em questão é, principalmente, a intensidade da cooperação existente entre empresas, através de programas de qualificação de fornecedores e de assistência técnica a clientes, indutores de interações tecnológicas sinérgicas. Em um estágio superior de cooperação, pode ocorrer uma reestruturação da própria cadeia de produção, através da redivisão do trabalho nas empresas. Processos de terceirização ou subcontratação, desde que tecnologicamente racionais, podem fazer a cadeia produtiva avançar em direção a graus ótimos de especialização, que permitam incrementos significativos da qualidade em todos os seus elos.

Desde a infra-estrutura física até o aparato jurídico-político, são vários os fatores que influenciam a difusão da qualidade. Os mais importantes são: sistema educacional, de formação e requalificação profissional e de capacitação empresarial; mobilização do poder de compra do estado; mecanismos de proteção ao consumidor e defesa da concorrência; e políticas de promoção da qualidade e produtividade, incluindo os sistemas de metrologia, normalização e certificação da qualidade. O impacto de cada um desses fatores sobre a difusão da qualidade é inquestionável e a análise de seus efeitos deve levar em conta especificidades nacionais e regionais.

Nas próximas páginas deste capítulo estaremos apresentando algumas metodologias estudadas para auxiliar na construção do modelo da metodologia proposta.

## **2.5 METODOLOGIAS ESTUDADAS**

### **2.5.1 MASP (METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS)**

De acordo com ANDO (1994), a idéia básica do MASP é:

- ◆ Pensar logicamente e usar evidências (dados) que apoiem a lógica;
- ◆ Entender a relação entre as causas e os resultados;
- ◆ Encontrar quais as causas que no processo são relevantes;
- ◆ Eliminar as causas relevantes no processo;
- ◆ Melhorar o resultado.

O MASP, Método de Análise e Solução de Problemas, consiste em uma seqüência de etapas que levam a um planejamento participativo para a melhoria da qualidade de um produto ou serviço de determinado setor em uma organização.

As várias técnicas usadas para cumprir cada etapa do MASP ajudam a desenvolver um ambiente de trabalho mais saudável, na medida em que as idéias e opiniões de todos os colaboradores são respeitadas e levadas em consideração.

Etapas do MASP:

1. Defina o seu problema
2. Encontre as causas
3. Selecione as mais importantes
4. Monte um plano de ação
5. Siga rigorosamente o plano de ação
6. Acompanhe os resultados

7. Se o resultado for positivo, adote os procedimentos, caso contrário, tome ações corretivas (comece novamente pelo item 2).

As técnicas citadas a seguir podem ser utilizadas em cada etapa do MASP:

**Tabela 1 Técnicas utilizadas em cada etapa do MASP.**

ETAPAS	TÉCNICAS
1 e 2	Brainstorming, Diagrama de Ishikawa
3	Multivotação, GUT - CD
4	5W1H ou 5W2H
6	Técnicas estatísticas

- ◆ Brainstorming - estruturado e não estruturado - para promover a participação de todos os membros dos setores na resolução de problemas de uma forma eficaz, gerando uma lista de idéias, problemas, soluções, etc.
- ◆ Multivotação - objetiva ajudar o grupo a selecionar os itens mais importantes identificados no Brainstorming, agrupando itens afins e votando os mais importantes.
- ◆ Sistema GUT - Gravidade, Urgência e Tendência - para priorizar um conjunto de itens, selecionados no Brainstorming e Multivotação, a partir de uma média aritmética simples ou ponderada dos itens considerados.
- ◆ Diagrama de Ishikawa - utilizado para estruturar as informações obtidas nas etapas anteriores de forma a visualizar o sistema como um todo e poder identificar as causas raízes de um problema, analisando as relações de causa e efeito.
- ◆ Plano de Ação - 5W1H - cada ação é especificada, levando-se em consideração o que será feito, quando, onde, por que, por quem e como. O plano de ação deve ficar à vista da equipe no dia-a-dia para que as ações sejam executadas.

Toda a metodologia recomendada, do MASP até o 5W1H, pode servir para planejar a execução de um programa 5S, em geral o passo inicial dentro de um programa de qualidade total.

As etapas do MASP também encontram paralelismo no Ciclo PDCA.

Tabela 2 Correlação entre Ciclo PDCA e MASP.

Ciclo PDCA	MASP
P (Plan) planejar	1, 2, 3 e 4
D (Do) executar	5
C (Check) verificar	6
A (Action) agir	7

### 2.5.2 MÉTODO DAS 8-D (8 DISCIPLINAS - FORD)

Foi idealizada pela empresa Ford Motors para a resolução de problemas quando a causa é desconhecida. Como processo para a solução de problemas é uma seqüência de ações que devem ser seguidas desde o momento que se identifica a existência de um problema (FORD, 1999).

O processo de resolução de problemas consiste em uma seqüência de fases, que deverão ser seguidas a partir do momento em que o problema se torne evidente. Essas fases (quando executadas corretamente) permitem que o problema seja resolvido no mais curto espaço de tempo. Esta metodologia, baseada em fatos, permite que todo o processo de planejamento, de decisão e de resolução do problema seja feito de forma sustentada, garantindo desta maneira que o problema seja efetivamente resolvido.

O método, na sua totalidade deverá ser usado quando:

- ◆ A causa do problema é desconhecida.
- ◆ A resolução do problema está além das capacidades duma só pessoa.
- ◆ A gravidade do problema exige que haja uma equipe envolvida.

As Oito fases do método estão descritas a seguir.

#### A) Criação da Equipe

Criar uma equipe e trabalhar com ela. Juntar um pequeno grupo de pessoas com conhecimentos do processo e do produto, atribuir tempo, responsabilidades e

conhecimentos técnicos das disciplinas de resolução de problemas e de implementação de ações corretivas. O grupo deverá ter um "líder", e trabalhar sempre em equipe.

#### B) Descrição do Problema

Especificar o problema do cliente interno / externo, identificando "o que está mal com o quê", e descrever o problema em termos quantificáveis, procurando respostas às perguntas "o quê?, onde?, quando?, quantos?, qual a importância?" etc.

#### C) Implementação e Verificação

Implementar e verificar as ações intermédias de contenção. Definir e implementar ações de contenção de maneira a permitir que os efeitos do problema se propaguem para o cliente, até que as ações corretivas permanentes sejam implementadas. Verificar a efetividade das ações de contenção.

#### D) Definição da Causa-raiz

Identificar todas as causas possíveis que poderão explicar a ocorrência do problema. Isolar e verificar a(s) causa(s) raiz, confrontando cada causa possível com a descrição do problema e com os dados.

#### E) Ações Corretivas

Escolher e verificar as ações corretivas permanentes. Confirmar quantitativamente, através de testes pré-produtivos, que as ações corretivas selecionadas vão resolver o problema e não vão causar quaisquer efeitos secundários indesejáveis. Se necessário, defina ações de reação, baseando-se numa análise de risco.

#### F) Implementação das Ações Corretivas

Implementar as ações corretivas permanentes. Definir e planejar a implementação das ações corretivas permanentes selecionadas e definir sistemas de controle, de maneira a assegurar que a causa raiz foi eliminada. Monitorar os efeitos de longo prazo e, se necessário, implementar ações de reação.

### G) Prevenção

Prevenir a reincidência. Modificar os sistemas, procedimentos e práticas necessárias, de maneira a prevenir a reincidência deste ou de qualquer outro problema similar. Identificar oportunidades de melhoramento e estabelecer iniciativas de melhoria de processo.

### H) Congratulações

Congratular a equipe. Reconheça publicamente e comemore o esforço coletivo da equipe.

## 2.5.3 **KT (KEPNER & TREGOE)**

KEPNER & TREGOE (1981) identificaram, através da observação das táticas dos administradores em atuação, sete conceitos básicos na análise de problema (chegar à causa) e sete na tomada de decisões (escolher o que fazer a tal respeito). O administrador que os compreende não é tentado a chegar a conclusões prematuras quanto às causas de um problema.

### 2.5.3.1 **ANÁLISE DO PROBLEMA**

Estes passos são enunciados formalmente em sete conceitos básicos da análise de problema:

#### A) Padrão de desempenho esperado, um “deveria” contra o desempenho real.

A primeira ação exigida de um profissional envolvido em análise de problemas é o reconhecimento das áreas de problema. Isto é feito a partir do levantamento da situação dentro de sua área de responsabilidade, comparando o que realmente está acontecendo com o que acredita que deveria estar acontecendo.

#### B) Um problema é um desvio de um padrão de desempenho.

Geralmente, um administrador tem de selecionar um de diversos problemas para resolver, e o faz estabelecendo prioridades de urgência, severidade e potencial de crescimento.

C) O desvio deve ser identificado, localizado e descrito com precisão.

Para assegurar precisão, um analisador de problemas especifica qual é o problema, descrevendo-o exatamente em termos de quatro dimensões: identidade, localização, tempo e extensão. Ele também descreve o que o problema não inclui e assim, traça uma linha divisória ao redor do problema para distinguir sua área exata.

D) O que distingue o que foi afetado pela causa, daquilo que não foi afetado.

Para revelar tais distinções é necessário analisar a especificação do problema, comparando as características do que foi e o que não foi afetado. Procura-se determinar aquilo que separou o afetado do não afetado.

E) Que mudança ocorreu para produzir um efeito novo e indesejado.

Para encontrar as mudanças relevantes, examina-se de perto cada distinção que identifica na especificação do problema.

F) As possíveis causas são deduzidas das mudanças relevantes.

As deduções permitem que o administrador, ao analisar as mudanças relevantes, estabeleça uma proposição ou declaração possível de ser testada como provável causa de um problema.

G) A causa-raiz é aquela que explica os fatos na especificação do problema.

Após levantar todas as causas possíveis, o analisador as verifica confrontando-as com a especificação exata do problema. A causa-raiz estará entre aquelas que explicam os fatos descritos.

### **2.5.3.2 TOMADA DE DECISÃO**

De modo semelhante, os conceitos básicos da tomada de decisão seguem uma progressão racional. Envolvem uma seqüência de procedimentos, que se baseiam nos sete conceitos seguintes:

A) Os objetivos de uma decisão precisam ser primeiramente estabelecidos.

O que é que se procura realizar? Qual o trabalho a ser feito? Os objetivos devem ser enunciados de forma clara e concisa.

B) Os objetivos são classificados quanto à importância.

Eliminar a causa é uma “necessidade”, um requisito que não é suscetível a meio termo. Fazer isto a baixo custo e com pouca manutenção são aspectos “desejáveis”. Os “desejáveis” são classificados e sopesados como, por exemplo, se o baixo custo é mais importante, este “desejável” tem maior peso na decisão final do que a facilidade de manutenção.

C) São desenvolvidas ações alternativas.

Estas são maneiras diferentes de realizar um trabalho, e sempre se dispõe de alternativas, algumas mais baratas ou melhores que outras.

D) As alternativas são avaliadas de acordo com os objetivos estabelecidos.

Avalia-se cada alternativa quanto a satisfazer ou não cada uma das “necessidades” e vendo até que ponto, em relação a cada uma das outras alternativas, ela realiza cada um dos “desejáveis”.

E) A escolha da alternativa mais capaz representa a decisão experimental.

A melhor alternativa atende a todos os requisitos considerados como “necessidades” e engloba a maior parte do que é desejável com o mínimo de desvantagens. A escolha pode solicitar uma combinação de alternativas.

F) A decisão experimental é examinada.

Uma consequência adversa é um problema futuro resultante de uma ação realizada. Tais ameaças são avaliadas quanto à severidade e probabilidade.

G) Os efeitos da decisão final são controlados por outras ações.

São controlados por ações que evitem que possíveis consequências adversas se tornem problemas, e certificando-se que as ações já decididas serão executadas.

Segundo KEPNER e TREGOE (1981), a análise do problema é um processo lógico de estreitar um corpo de informação durante a busca por uma solução. A cada estágio, a informação vai surgindo, à medida que o processo se movimenta para o que está errado, passando para o problema a ser tratado e a seguir para as possíveis causas que fizeram o problema surgir, e finalmente para a causa mais provável com uma ação corretiva específica em relação ao problema, conforme mostra a figura 1.

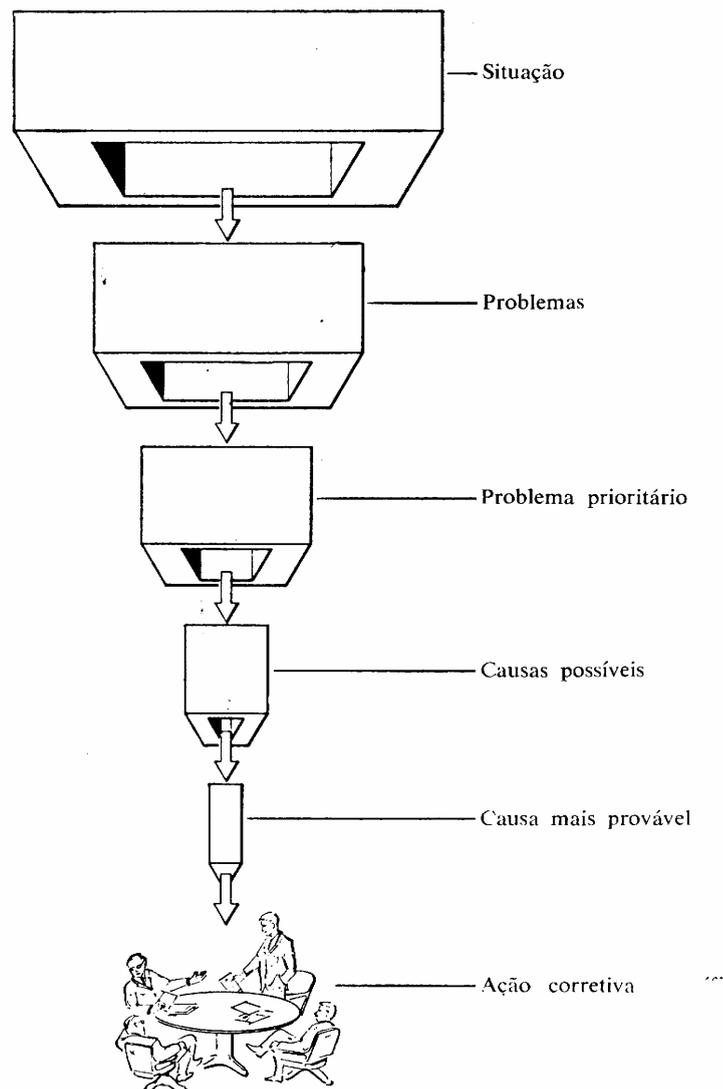


Figura 1 Análise de problema – Fonte: KEPNER e TREGOE (1981).

#### 2.5.4 QC STORY (QUALITY CONTROL STORY)

Segundo CAMPOS (1992), a análise de processos consiste numa seqüência de procedimentos baseada em fatos e dados, utilizando-se de recursos científicos e tecnológicos. O método de soluções de problema consiste nas seguintes fases a serem vistas na seqüência.

##### A) Identificação do problema

Consiste em escolher um problema, ver seu histórico através de pesquisas, freqüência com que ocorre e como acontece, a perda que está se tendo e os ganhos que poderiam estar acontecendo. Levantadas estas informações, deve-se fazer uma

Análise de Pareto, que permite estabelecer as metas prioritárias. Definida a prioridade, deve-se nomear os colaboradores responsáveis e estabelecer a data em que vai se obter a solução do problema.

#### B) Análise

Tem como objetivo apurar as causas fundamentais, através dos dados levantados no item anterior. Deve-se definir em grupo, utilizando-se de diagrama de causa e efeito, as causas que ocorrem com mais frequência, eliminando as menos prováveis, baseado no item anterior. Seleccionadas algumas causas, deve-se ir ao local e fazer nova coleta de dados, a fim de verificar a existência real do problema e as causas mais possíveis. Se, ao verificar a causa fundamental, não for possível bloqueá-la, certamente esta não é a causa fundamental, mas sim um efeito dela. Deve-se transformar a causa em novo problema e voltar para o início do método.

#### C) Plano de Ação

O plano de ação consiste em bloquear as causas fundamentais de forma definitiva. Para isto, deve-se verificar se as ações que foram tomadas são para sanar as causas fundamentais e não seus efeitos, e se as ações não trazem nenhum efeito a outro setor. A elaboração do plano de ação consiste em uma discussão com o grupo envolvido, utilizando-se da metodologia conhecida como “5W 1H”, que significa realizar os seguintes passos: o que será feito (What), por que será feito (Why), quem é responsável (Who), onde será realizado (Where), quando será realizado (When) e como realizado (How).

#### D) Ação

Depois de definidas as ações deve-se divulgar a todos os empregados os planos de ações, através de reuniões e treinamento. Feito isto, os planos devem ser executados seguindo rigorosamente o cronograma, verificando-se se as ações estão sendo efetuadas, e sempre tendo o cuidado de registrar os resultados bons ou ruins e as ações tomadas, não se esquecendo de anotar as datas dos acontecimentos.

#### E) Verificação

A verificação tem como objetivo certificar se o bloqueio foi efetivo. Para isto, deve-se comparar os dados coletados antes e após a ação do bloqueio e ver os

resultados obtidos, bem como os efeitos secundários que ocasionaram. Caso o resultado não seja tão satisfatório, deve-se verificar se todas as ações planejadas foram cumpridas. Caso persista, a solução apresentada não foi suficientemente bem elaborada para resolver o problema.

#### F) Padronização

São medidas tomadas para que não ocorra o surgimento do mesmo problema. A padronização consiste na elaboração e alteração de procedimentos de modo a evitar o seu surgimento. A comunicação com os clientes é o processo mais amplamente usado para descobrir as necessidades dos clientes. É adaptável a muitos tipos de relacionamentos (JURAN, 1990). A comunicação é muito importante para que não ocorram problemas de aplicação do padrão, a fim de que os dados sejam cumpridos rigorosamente. Não basta apenas a comunicação, é necessário que ocorram reuniões e palestras, elaborar manuais de treinamento, para garantir a transmissão dos novos padrões para todos os colaboradores envolvidos e certificar-se se todos estão aptos ou não para executar os procedimentos adotados. Para tal, deve-se adotar um sistema de verificação periódica de procedimentos através da delegação por etapas.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS METODOLOGIAS APRESENTADAS

Para cada tipo de problema, existe uma série de metodologias que podem ser utilizadas.

O MASP, o QC-Story e as Oito Disciplinas (8-D) são metodologias abertas que tratam dos problemas do dia a dia da indústria. Geralmente são empregadas no tratamento de não conformidades apresentadas pelos processos. Ao citar uma metodologia de solução de problemas como estas, fica implícita a questão do Controle de Qualidade que visa essencialmente planejar a qualidade para o estabelecimento de padrões para a satisfação do cliente, manter a qualidade através da manutenção dos padrões e de melhorar a qualidade dos produtos e serviços. Este aprimoramento está ligado à redução da variabilidade do processo. Controlar o processo significa manter as variações provocadas por causas comuns inerentes ao processo em estudo.

No entanto, muitas vezes as empresas não conseguem atingir suas metas de qualidade com a utilização das metodologias apresentadas anteriormente. Alguns autores discutem a aplicabilidade de metodologias que utilizem técnicas específicas como as ferramentas japonesas. Outros, ainda, questionam a respeito da adaptação de técnicas importadas neste processo de análise de problemas. Quando se trata de problemas complexos, nem sempre é simples se chegar a uma única causa. Isto pode ser agravado pelo tamanho da empresa e número de variáveis associados ao problema dificultando ao time a identificação das causas. Para tratar este tipo de problema faz-se necessário, a utilização de uma metodologia mais estruturada como a KT.

No entanto, a KT parte da premissa de que se deve identificar uma mudança ocorrida em um processo e isto nem sempre é fácil de determinar, principalmente quando se trata do desenvolvimento de um novo produto ou processo. Outro fator que agrega ao descontrole do problema é a interferência de um agente externo, representado neste trabalho, através do estudo de caso, pela figura do cliente. Por estar fora da área de controle da empresa e longe de seus padrões de rotina, fica difícil controlar esta variável. Cada cliente tem um modo diferente de administrar os seus problemas e muitas vezes não dispõe de recursos para resolvê-los. Este fato os leva, freqüentemente, a produzir resultados enganosos gerando problemas de relacionamento com seus fornecedores por falta de uma análise mais precisa. A metodologia proposta neste trabalho foca a eliminação de fatores políticos gerados no descontentamento dos envolvidos (relacionamento desgastado), tornando-a diferenciada com relação às metodologias citadas anteriormente.

### **3 FERRAMENTAS PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

O Capítulo 2 forneceu subsídios para a construção de um modelo evolutivo da qualidade até a Gestão da Qualidade Total juntamente com algumas considerações para adoção da mesma. Além disto, procurou posicionar o leitor sobre o tratamento de problemas através de uma breve descrição de algumas metodologias utilizadas para tal.

Ao focar os problemas de qualidade na indústria, pode-se dizer que toda organização tem problemas e que problema é qualquer resultado indesejado em um processo ou atividade. Isto exige um aprimoramento constante das competências profissionais no processo de análise e tomada de decisões. Para facilitar o aprimoramento destes profissionais surgem técnicas e ferramentas da qualidade, a fim de identificar os resultados indesejáveis do processo e facilitar a tomada de decisão para a sua melhoria.

Assim, no capítulo que se inicia, são abordados alguns aspectos relacionados aos grupos envolvidos com a tomada de decisões e apresentam-se algumas ferramentas que podem auxiliar na análise e solução de problemas em processos industriais.

#### **3.1 CONSIDERAÇÕES RELACIONADAS AOS GRUPOS DE TRABALHO ENVOLVIDOS NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

A Administração da Qualidade Total está baseada na convicção de que as pessoas que estão mais relacionadas (íntimas) com o trabalho entendem melhor sobre o que está errado nele e como corrigir os problemas.

O trabalho em equipe é crítico para a melhoria contínua. Para a equipe obter um bom início de atividade, é necessário estabelecer um propósito, identificar as pessoas que serão envolvidas no trabalho, identificar limites e expectativas da equipe, concordar com os papéis e responsabilidades, e com as regras de base e logísticas de quando e onde se reunir.

SALERNO (1999) salienta a importância da utilização de grupos-tarefa na solução de problemas, por estes serem constituídos com um fim precípuo e por poderem ser dissolvidos assim que o objetivo específico seja atingido. Este grupo é caracterizado por extra-atividade cotidiana dos envolvidos.

Um aspecto importante a ser abordado na atividade deste tipo de grupo é a dinâmica potencial para constituir um espaço de trocas e de comunicação principalmente no aspecto cognitivo. Segundo SALERNO (1999), a dimensão cognitiva diz respeito ao reconhecimento e validação das competências necessárias para o tratamento de uma determinada situação produtiva, particularmente eventos (imprevistos, variabilidades, etc.).

O trabalho da equipe é realizado através da criação dos planos de trabalho, das reuniões produtivas, da utilização dos dados, da tomada de decisões acertadas, da avaliação das soluções potenciais, da implementação de mudanças e da documentação do seu trabalho.

Na estruturação de problemas, bem como na sua análise e avaliação, estão envolvidas várias pessoas, aqui denominadas atores. Para ROY e VANDERPOOTEN (1996) um indivíduo ou um grupo de indivíduos é um ator de um processo decisório se, por seu sistema de valores, desejos e interesses ou preferências, intervém de forma direta ou indireta na decisão.

Estes atores podem ser divididos em duas categorias: intervenientes e colaboradores. Intervenientes são aqueles que participam diretamente do processo decisório, fazendo prevalecer seus juízos de valor. Colaboradores são aqueles que serão afetados pela decisão tomada, e que podem influenciar indiretamente nas decisões, influenciando os juízos de valor dos decisores.

Os intervenientes podem ser divididos em 3 tipos de atores: decisor, representante e moderador. Decisor é aquele que tem o poder e a responsabilidade de ratificar a decisão e assumir as conseqüências da mesma. Representante é aquele ator incumbido pelo decisor para representá-lo no processo de apoio à decisão. Moderador é aquele ator que conduz a atividade de apoio à decisão. É ele quem ajuda o decisor a descrever a amplitude do problema e buscar as soluções. É,

portanto, um ator do processo de decisão, uma vez que ele nunca será neutro, apesar de esforçar-se para tal (MONTIBELLER NETO, 1996).

MAYON-WHITE (1990) afirma que o moderador precisa possuir um conjunto formidável de habilidades. Ele precisa compreender e operar uma metodologia e também precisa ser capaz de, intuitivamente, enfrentar questões novas de procedimento. Por exemplo:

- ◆ Quando usar técnicas particulares;
- ◆ Quando abandonar a estrutura e improvisar;
- ◆ Quando usar métodos bem conhecidos, que são familiares para a equipe de membros;
- ◆ Quando suprimir determinada discussão e mudar o debate em uma nova direção;
- ◆ Quando propuser uma pausa na discussão e pedir um tempo para refrescar a memória.

Para THOMAS e SAMSON (1986) o papel do moderador assemelha-se ao dos psicoterapeutas e estes devem gradativamente obter a confiança dos intervenientes, escolher procedimentos adequados para esclarecer informações sensíveis, manusear com crises, entender o que está sendo dito, evitar impor seus próprios valores e percepções e colaborar na criação de soluções. Para que o moderador possa gerar comunicação entre os atores e a elaboração adequada dos seus juízos de valor, a sua participação não pode ficar delimitada por uma atitude tecnocrática de descoberta ou de descrição de uma realidade objetiva aparentemente desligada dos sistemas de valores dos atores envolvidos.

É necessário que o moderador seja capaz de administrar diferenças hierárquicas entre o grupo de decisores, extraindo contribuições daqueles mais reservados e contendo aqueles membros mais extrovertidos da equipe.

Em empresas ou organizações onde são tomadas as decisões em grupo, ou pelo menos são ouvidas e discutidas as várias idéias, o moderador precisa ser alguém que consiga organizar o leque de informações. Como afirma MAYON-WHITE (1990), "ele deve ser uma caixa de ressonância para as idéias e fonte de

clarificação das informações". Isto se faz necessário, pois cada membro do grupo de decisão traz um conjunto de habilidades ou competências para esta atividade. Parte da função do moderador é reconhecer estas habilidades e trazê-las à tona a fim dos problemas serem clarificados, e conseqüentemente solucionados.

O moderador pode ser tanto um funcionário da empresa quanto um consultor externo. Um moderador interno pode ser preferido quando consegue despertar o respeito da equipe de trabalho e quando é visto como imparcial e justo com os pontos de vista de todos. Além disso, ele também pode ser preferido, pois já conhece a empresa e a personalidade da equipe de decisores. Por outro lado, um moderador externo, normalmente um consultor, traz uma visão objetiva para a organização, além de sua atenção estar voltada exclusivamente para a sua função de moderador, não havendo tempo para outras formas de intervenção ou contribuição para o debate, ou seja, sem interferir tecnicamente na aplicação da metodologia (MAYON-WHITE, 1990).

## **3.2 FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE**

### **3.2.1 BRAINSTORMING**

*Brainstorming* (tempestade cerebral ou de idéias) é a mais conhecida técnica de geração de idéias. Desenvolvida em 1930, baseia-se em dois princípios e quatro regras básicas. O primeiro princípio é o da suspensão do julgamento, que requer esforço e treinamento. O objetivo da suspensão do julgamento é permitir a geração de idéias, sobrepujando a crítica. Só após a geração das idéias consideradas suficientes é que se fará o julgamento de cada uma. O segundo princípio sugere que a quantidade gera qualidade. Quanto mais idéias, maior a chance de se encontrar a solução do problema e maior será também o número de conexões e associações a novas idéias e soluções (BRASSARD, 1994).

As regras para o êxito de uma sessão de *Brainstorming* consistem em eliminar qualquer crítica, no primeiro momento do processo, para que não haja inibição nem bloqueios e ocorra o maior número de idéias. Apresentar as idéias tal qual elas surgem na cabeça, sem rodeios ou elaborações. As pessoas devem se sentir á

vontade, sem medo de dizer "bobagens". Ao contrário, as idéias desejadas, são as que a princípio parecem disparatadas, sem sentido. Elas costumam oferecer conexões para outras idéias criativas e até representar soluções. Mesmo que mais tarde sejam abandonadas, isso não é importante na hora da "colheita" de contribuições.

Quanto mais idéias, maiores são as chances de conseguir, diretamente ou por associação, idéias realmente boas. Feita a seleção de idéias, as potencialmente boas devem ser aperfeiçoadas. Nesse processo, costumam surgir outras idéias. Mas lembre-se: derrubar uma idéia é mais fácil que concebê-la. Idéias nascem frágeis: é preciso reforçá-las para que sejam aceitas.

### **3.2.2 MATRIZ GUT**

GUT significa gravidade, urgência e tendência. São parâmetros tomados para se estabelecer prioridades na eliminação de problemas, especialmente se forem vários e relacionados entre si. A técnica de GUT foi desenvolvida com o objetivo de orientar decisões mais complexas, isto é, decisões que envolvem muitas questões. A mistura de problemas gera confusão. Nesse caso, é preciso separar cada problema que tenha causa própria. Depois disso, aí sim, é hora de saber qual a prioridade na solução dos problemas detectados.

Isto se faz com três perguntas: (1) Qual a gravidade do desvio? Indagação que exige outras explicações. Que efeitos surgirão a longo prazo, caso o problema não seja corrigido? Qual o impacto do problema sobre coisas, pessoas, resultados?; (2) Qual a urgência de se eliminar o problema? A resposta está relacionada com o tempo disponível para resolvê-lo; (3) Qual a tendência do desvio e seu potencial de crescimento? Será que o problema se tornará progressivamente maior? Será que tenderá a diminuir e desaparecer por si só.

### **3.2.3 5W1H (What; Why; Who; When; Where; How)**

O 5W1H é um tipo de lista de verificação utilizada para informar e assegurar o cumprimento de um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e

planejar soluções. Ultimamente tem-se incluído mais um H de *How much* (quanto custa). Na medida que os processos se tornam cada vez mais complexos e menos definidos, fica mais difícil identificar sua função a ser satisfeita, bem como os problemas, as oportunidades que surgem e as causas que dão origem aos efeitos sentidos.

Esta técnica consiste em equacionar o problema, descrevendo-o por escrito, da forma como é sentido naquele momento particular: como afeta o processo, as pessoas, que situação desagradável o problema causa. Com a mudança do final da pergunta podemos utilizá-los também como um plano de ação para implementação das soluções escolhidas.

### 3.2.4 FLUXOGRAMA

O Fluxograma é a representação gráfica das atividades que integram determinado processo, sob forma seqüencial de passos, de modo analítico, caracterizando as operações e os agentes executores. Existem vários tipos de fluxograma, cada um com sua simbologia própria. Os símbolos representam cada passo da rotina, indicando a seqüência das operações e a circulação de dados e documentos. Não se pode tornar um processo melhor sem que todos compreendam o que ele representa e o fluxograma é uma forma extremamente útil de se representar graficamente o que está acontecendo (BRASSARD, 1994).

O fluxograma indica as atividades em ordem de execução. O círculo indica o início e o fim de uma operação ou atividade, o quadrado indica os itens de ação e o losango indica os pontos de decisão. Uma técnica interessante é mapear o processo ideal e o real e localizar os alvos para melhoria.

O objetivo do fluxograma e sua importância estão no fato de constituir o mais poderoso instrumento para simplificação e racionalização do trabalho, permitindo um estudo acurado dos métodos, processos e rotinas. Assim como o organograma é o instrumento gráfico capital para estudo da estrutura de uma empresa, o fluxograma o é para estudo do seu funcionamento.

Um resultado interessante é solicitar a três pessoas de um mesmo departamento ou reunidas sobre um mesmo assunto ou problema, fazerem os fluxogramas de como elas acham que funcionam estes processos. Não será de se espantar se cada uma delas fizer fluxogramas diferentes. De fato, isto sempre revela duplicidades, ineficiências e coisas (passos) mal entendidas conforme afirma DEMING (SCHERKENBACH, 1990).

### 3.2.5 DIAGRAMA DE PARETO

O Diagrama de Pareto recebeu seu nome de VILFREDO FREDERICO SAMASO PARETO (1848-1923). Pareto foi engenheiro, filósofo, sociólogo e economista italiano. Em 1870 matriculou-se numa escola de engenharia em Roma e em 1880 dedicou-se aos estudos da economia, aplicando análises matemáticas no estudo dos fenômenos sócio-econômicos. Em 1897 enunciou o que passou a ser denominado Princípio de Pareto, que diz que 80% das dificuldades vêm de 20% dos problemas, em outras palavras, existem poucos itens vitais e muitos itens triviais. Dessa maneira ele classificou os problemas em dois grupos: poucos vitais e muito triviais.

Este princípio foi muito bem utilizado por JURAN e DEMING no início da implantação da qualidade no Japão (PRAZERES, 1996). O gráfico é composto por barras verticais dispostas em ordem decrescentes de freqüência determinando a prioridade da causa com relação a sua participação no problema. No eixo das abscissas, estabelece-se a variável que se deseja estudar e no eixo das ordenadas uma freqüência, que normalmente é em porcentagem, mas pode-se adotar qualquer outra unidade. Depois de classificados as causas, devem-se também ordená-las por ordem de custos. Nem sempre as mais freqüentes são as mais caras. Com o Gráfico de Pareto, sabe-se, portanto, quais os principais problemas da empresa e seus respectivos custos, podendo atacar corretamente os problemas.

### 3.2.6 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O Diagrama de Causa e Efeito é também conhecido como diagrama espinha de peixe ou de Ishikawa. KAORU ISHIKAWA (1915-1989) foi um dos pioneiros nas atividades de controle de qualidade no Japão. Em 1943 criou este diagrama que consiste de uma técnica visual que interliga os resultados (efeitos) com os fatores (causas). As causas são divididas em famílias (grupos) compreendendo: Indústria: máquina, mão-de-obra, materiais, métodos, meio ambiente e medidas (6M) e Serviços: clientes, procedimentos, política, layout, funcionários.

Muitas vezes, ao tentar solucionar um problema, as pessoas trabalham em cima de um dos efeitos, negligenciando a (s) verdadeira (s) causa (s) do problema. Antes de solucionar um problema, é fundamental identificá-lo corretamente, conhecer suas verdadeiras causas e somente depois implementar as mudanças necessárias. O diagrama de causa e efeito é um importante instrumento a ser utilizado para descobrir os efeitos indesejados e aplicar as correções necessárias. É uma ferramenta simples que possui um efeito visual de fácil assimilação, e que sem dúvida ajuda a sistematizar e separar corretamente as causas dos efeitos (BRASSARD, 1994).

### 3.2.7 FOLHA DE VERIFICAÇÃO

Trata-se de uma planilha através da qual podem ser documentados os dados identificados nos levantamentos de determinadas características de qualidade, sobre as quais deseja-se manter controle. Conforme PALADINI (1994), "Não existe um modelo geral para as folhas de checagem — elas dependem de cada aplicação feita".

De qualquer forma, elas normalmente apresentam:

- ◆ Uma data ou período em que foi feito o levantamento dos dados;
- ◆ Artigo que está sob análise;
- ◆ Tipo de problema que está ocorrendo e
- ◆ A frequência com que o problema ocorreu, no período especificado.

A grande vantagem da folha de verificação é que ela permite uma identificação imediata dos problemas que ocorrem com maior frequência num determinado artigo, dispensando a aplicação do gráfico de Pareto, para as situações em que as causas não necessitem ser traduzidas para uma outra unidade de medida que não seja a própria frequência em que ocorrem.

### 3.2.8 ESTRATIFICAÇÃO

Esta ferramenta é análise de onde se pretende buscar possíveis origens do problema, também permite realizar a análise dos dados coletados a partir da busca das causas (BRASSARD, 1994).

Pode ser classificada em subgrupos como: Tempo; Tipo; Local; Sintoma; Outros fatores.

Vários aspectos devem ser considerados: seleção das variáveis; estabelecimento de categorias; coleta de dados; construção do gráfico.

Estratificar significa desdobrar em estratos mais específicos, podemos dizer que facilita a identificação do problema, por que em escalas menores o erro se torna mais visível facilitando a correção.

### 3.2.9 DIAGRAMA DE ÁRVORE

Ferramenta de Administração que facilita a definição clara e precisa de todas as ações que serão necessárias para se atingir determinado fim ou objetivo.

O ponto de partida ou a raiz da árvore será sempre o objetivo principal, expresso através de um verbo de ação mais um complemento. Ao partir desse objetivo-raiz, passa-se a definição dos meios ou das ações que se precisa realizar para chegar a sua concretização. Estes meios também serão sempre expressos através de um verbo de ação mais um complemento.

O desdobramento termina quando se consegue especificar claramente através de verbos de ação mais um complemento, um conjunto de tarefas executáveis. É uma das sete ferramentas da Administração (MOURA, 1994).

### 3.2.10 HISTOGRAMA

Esta ferramenta foi pela primeira vez apresentada por A. M. GUERRY, em 1883, para descrever análises estáticas sobre os crimes, desde então esta sendo utilizada para descrever os dados nas mais diversas áreas. Ela possibilita conhecer as características de um processo ou um lote de produto dando uma visão geral do conjunto de dados.

O histograma pode ser revisado em: Verificações de números; determinar a dispersão; processos com ações corretivas; encontrar e mostrar em categorias. Para sua construção é necessário: coletar os dados maiores que trinta; determinar a amplitude; determinar a classe; determinar o intervalo; determinar o limite da classe; determinar a media de cada classe; determinar a freqüência; construir o gráfico (BRASSARD, 1994).

Um histograma tem como base a medição de dados. Como exemplo podemos destacar: dimensões de peças, variações de temperatura e outros dados.

Utiliza-se dados na forma de variáveis (valores numéricos) e revela quanto de variação existe em qualquer processo.

O histograma típico tem forma de uma curva superposta a um gráfico de barras. Esta curva é chamada normal, sempre que as medidas concentram-se em torno da medida central e, de modo geral, um número igual de medidas situa-se de cada lado deste ponto central. Amostras aleatórias de dados sob controle estatístico seguem este modelo, chamado de curva do sino.

### 3.2.11 DIAGRAMA DE AFINIDADE

O diagrama de afinidade é uma ferramenta que requer mais criatividade do que lógica. Em geral, busca reunir grandes quantidades de dados de comunicação (idéias, relatórios, opiniões) e organizá-los em grupos baseados na relação natural entre os mesmos. Em outras palavras, é uma forma de brainstorming.

Um dos obstáculos freqüentemente encontrados na procura de melhoria é o sucesso ou falha do passado. Admite-se que continuará a ser repetir no futuro aquilo que funcionou bem ou falhou no passado. Embora as lições do passado não podem

ser ignoradas, modelos invariáveis de pensamento que podem limitar o progresso não devem ser estimulados (OLMEIRA, 1996).

É particularmente útil quando se deseja romper com a velha cultura da empresa, isto é, deseja-se buscar soluções novas, diferentes dos caminhos que estamos acostumados a trilhar. Por isso, sempre que um problema é proposto, ele deve ser formulado de forma a mais concisa possível, de modo que não induza um retorno às soluções antigas.

### 3.2.12 MATRIZ DE INTER-RELAÇÃO

Dada uma atividade básica, a matriz identifica elementos que dela dependam ou estão a ela relacionados. Definidos os fluxos lógicos dentro dos quais as atividades se desenvolvem, a matriz mostra como causas e efeitos se relacionam.

A Matriz de Inter-relação é adaptável tanto a um assunto operacional específico como a problemas organizacionais de ordem geral. Uma aplicação clássica dessa ferramenta na Toyota, por exemplo, focalizava todos os fatores envolvidos no estabelecimento de um "sistema de quadros de avisos" como parte de seu programa de JIT. Por outro lado, esse diagrama também foi usado para tratar de assuntos relacionados com o problema de obter o apoio da alta administração para o TQM.

A Matriz de Inter-relação pode ser usada quando (MOURA, 1994):

- ◆ Um assunto é tão complexo, que se torna difícil determinar as inter-relações entre idéias;
- ◆ A seqüência correta de ações da gerência é fundamental;
- ◆ Existe um sentimento ou suspeita de que o problema em discussão seja apenas um sintoma;
- ◆ Há tempo bastante par completar o necessário processo de reiteração e definir causa e efeito.

### 3.2.13 DIAGRAMA DE MATRIZ

Consiste numa estrutura que organiza logicamente informações que representam ações, responsabilidades, propriedades ou atributos inter-relacionados. A estrutura tende a enfatizar a relação entre elementos, mostrando como se opera esta relação por destaque conferido às conexões relevantes do diagrama. Este destaque utiliza simbologias próprias, que permite rápida visualização da estrutura.

Existem muitas versões do diagrama de matriz, porém o mais largamente usado é uma matriz simples em forma de "L", conhecida como tábua da qualidade. Este diagrama é uma simples representação bidimensional que mostra a interseção de pares relacionados de itens. Pode ser usado para mostrar relacionamento entre itens em todas as áreas operacionais, inclusive nas áreas de administração, de manufatura, de pessoal, de P & D, etc., para identificar todas as tarefas da organização que precisam ser realizadas e como elas devem ser atribuídas às pessoas.

Outro tipo de matriz é a em forma de "T", que nada mais é do que a combinação de dois diagrama em forma de "L". Ele é baseado na premissa de que dois conjuntos separados de itens são relacionados com um terceiro. O diagrama em "T" tem sido também amplamente usado para desenvolver novos materiais pelo relacionamento simultâneo de diferentes materiais alternativos com dois grupos de propriedades desejáveis (MOURA, 1994).

Existem outras matrizes que se ocupam com idéias do tipo função de produto ou serviço, custos, modos de falha, capacidades, etc.; no mínimo, 40 diferentes tipos de diagramas de matriz são disponíveis

## 3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS FERRAMENTAS

Para cada tipo de ferramenta, existe uma série de aplicações que podem ser efetuadas. Na maioria das vezes, as ferramentas são multifuncionais, ou seja, servem para se identificar várias situações. Exemplo disso é o fluxograma, que segundo OLIVEIRA (1996) pode ser usada em todo o ciclo de solução de

problemas. O *brainstorming*, na verdade, também auxilia bastante porque permite gerar idéias sem que haja interrupções e críticas.

A interligação que se faz é que nem todas servem para dar um resultado final. Algumas servem de passo intermediário para se chegar a um resultado posterior. Outras utilizam ferramentas de apoio para gerar a informação desejada.

O *brainstorming* e a folha de verificação são base de dados para a realização do fluxograma, dos gráficos, análise de Pareto, histograma e diagrama de dispersão.

No próximo capítulo será apresentada uma metodologia que busca atuar de modo a obter uma sinergia nessa aplicação. Para que se entenda corretamente essa metodologia é necessário conhecer as ferramentas básicas da qualidade aqui apresentadas.

## 4 METODOLOGIA PROPOSTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE CAUSA RAIZ E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Para a solução de problemas complexos, faz-se necessária uma análise detalhada das relações entre características e causas de um problema, no intuito de gerar ações corretivas apropriadas. Entretanto, um processo estratégico de soluções de problema pode ser abordado sob diversas óticas. Conseqüentemente, quando se utiliza uma metodologia de forma errada ou mal aplicada, não se chega à solução definitiva do problema. Sendo assim, é importante entender as relações entre as causas e as características do problema ou efeito.

Solucionar problemas em qualquer área exige métodos, procedimentos e regras. Caso estes não sejam usados adequadamente, não é possível transpor os obstáculos e obter sucesso. Para se obter resultado positivo com a utilização de uma metodologia estruturada é necessário que se encontre a verdadeira causa (causa-raiz) e se defina e implementem as ações corretivas eficazes para solução do problema.

Neste capítulo, é apresentada uma maneira ordenada, lógica e sistemática de se chegar à causa-raiz de um problema complexo causado por fatores especiais, bem como, uma descrição, passo a passo, de como solucionar o problema de maneira definitiva, através da avaliação, escolha e comprovação da eficácia da melhor opção da solução. Ao longo deste processo estarão sendo abordadas também, as funções dos atores envolvidos enfatizando a figura do moderador na condução e moderação da metodologia proposta.

### 4.1 CAUSAS COMUNS, CAUSAS ESPECIAIS E PROBLEMAS COMPLEXOS

DEMING (1997) diferencia as causas comuns das causas especiais.

- ♦ Causas comuns: São as variações inerentes a um processo, determinam a sua variabilidade característica e, geralmente, vêm de várias fontes de pequenas

variações. O controle deste tipo de causa é o que limita a variabilidade associada ao processo, porém a sua eliminação é mais difícil e requer o conhecimento e análise de todo o processo e mudanças estruturais procedimentos, pessoas, equipamento etc.

- ◆ Causas especiais: São variações que surgem ocasionalmente no processo e, em geral, a eliminação destas está ao alcance das pessoas diretamente envolvidas na execução das atividades. Uma vez identificada uma causa especial, deve-se prevenir a sua reincidência por meio de uma ação preventiva.

As causas especiais estão geralmente associadas a problemas complexos. Segundo CHURCHILL (1990), estes problemas são definidos como sendo aqueles que necessitam de grande esforço de estruturação, ou seja, aqueles em que estão presentes vários decisores e muitas características subjetivas com vários fatores envolvidos. De acordo com o autor, são chamados de problemas complexos porque:

- ◆ São caracterizados pela intratabilidade das análises por causa de informações incompletas; falta de definição, concordância, parâmetros quantitativos; múltiplos objetivos conflitantes; e participantes em conflitos;
- ◆ São caracterizados por uma grande quantidade de informações qualitativas;
- ◆ Podem ser descritos como confusos e com falta de clareza sobre a definição do problema;
- ◆ Envolvem vários membros de uma equipe, visões e objetivos divergentes com respeito à situação;
- ◆ Refletem importantes interações entre diferentes jogadores de fora (colaboradores) do grupo de decisão;
- ◆ Resolvê-los envolverá cumplicidade entre os membros da equipe conforme eles negociam maneiras através da dinâmica de alcançar o consenso (na verdade, uma situação de compromisso);
- ◆ O processo de resolução de problemas é influenciado por membros com diferentes poderes dentro de uma equipe, e a administração deste processo é particularmente importante;

- ◆ Resolvê-los requer criatividade para a descoberta de um rol de opções (ações potenciais).

## 4.2 A METODOLOGIA PROPOSTA

A Metodologia proposta aqui foi estruturada de maneira a auxiliar os gestores a solucionar os problemas complexos (oriundos de causas especiais), tratando o tema através de um processo adequado de análise, e fornecendo aos gerentes meios para:

- ◆ Analisar e resolver problemas complexos.
- ◆ Reter os benefícios da análise estruturada.
- ◆ Proporcionar aprendizagem organizacional ao time.
- ◆ Separar os fatores políticos dos fatores técnicos dos problemas que envolvem a participação do cliente.

A Metodologia proposta é um processo dinâmico de busca de soluções para um determinado desvio. Não é um processo rígido e sim, flexível em cada caso com que se defronta. Seu objetivo é aumentar a probabilidade de resolver satisfatoriamente uma situação onde um problema tenha surgido.

A metodologia de solução de problema é um processo que segue uma seqüência lógica:

- ◆ Definir e delimitar o problema,
- ◆ Identificar a causa-raiz deste problema e comprová-la,
- ◆ Gerar soluções alternativas,
- ◆ Escolher e implementar a solução, e
- ◆ Testar a eficiência da solução escolhida.

Cada etapa descreve os objetivos e as atividades a serem desenvolvidas, no sentido de gerar compreensão para o grupo e conhecimento de como aplicá-los em seu trabalho. O time precisa estar informado de todas as situações, e processar todos esses dados a respeito do problema que possa vir a encontrar.

O time de trabalho precisa organizar as informações referentes ao problema para que os passos sigam uma ordem determinada, e deve também seguir as etapas de acordo como descrito no roteiro, afim de que o trabalho possa ser executado. Diversos autores apresentam metodologias baseadas em uma seqüência lógica. Cada autor descreve sua metodologia de uma maneira diferente, com um maior ou menor número de passos, conforme apresentado no Capítulo 2.

A metodologia proposta contém cinco fases importantes: o problema, a causa, a solução, a implantação e a verificação, conforme mostra a tabela 3, mantendo um fluxo lógico de tratamento do problema. Esta metodologia é mais detalhada nas fases de definição do problema e identificação das causas. Cada fase é composta por várias etapas que caracterizam o objetivo e as atividades envolvidas, facilitando a compreensão e aplicação para o grupo.

**Tabela 3 Relação das fases e etapas da Metodologia.**

<b>Fase</b>	<b>Etapa</b>	
Fase 1: O Problema	1ª.	Identificar a existência do Problema
	2ª.	Identificar as áreas envolvidas
	3ª.	Formar um time de trabalho
	4ª.	Formatar um plano de trabalho
	5ª.	Estabelecer metas
	6ª.	Definir um rótulo
	7ª.	Delimitar o problema
	8ª.	Criar uma Lista de Pontos Abertos
Fase 2: A Causa	9ª.	Gerar as hipóteses para as causas
	10ª.	Confrontá-las com a delimitação do problema e criar premissas
	11ª.	Verificar as premissas
	12ª.	Priorizar a comprovação das hipóteses aceitas
	13ª.	Comprovar as hipóteses
Fase 3: A Solução	14ª.	Discutir as soluções possíveis.
	15ª.	Criar um plano de ações
Fase 4: A Implantação	16ª.	Implantar as ações conforme plano
Fase 5: A Verificação	17ª.	Verificar a eficácia da Solução

A Verificação	18ª.	Realimentar o processo
	19ª.	Relatar o caso
	20ª.	Divulgar os resultados

O grupo-tarefa aqui tratado é formado por intervenientes. Dentre os intervenientes encontraremos vários atores, os quais podemos citar: os decisores (gerência e chefia) que irão compor o grupo, os representantes técnicos dos decisores (representante) e o moderador. Dentre eles, um deve ser o líder do grupo.

### 4.3 DESCRIÇÃO DAS FASES DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

#### 4.3.1 FASE 1: O PROBLEMA

Esta fase tem como objetivo identificar a existência de um problema complexo, preparar a utilização da metodologia e definir claramente qual é o problema. É constituída de oito etapas como mostra a Figura 2.

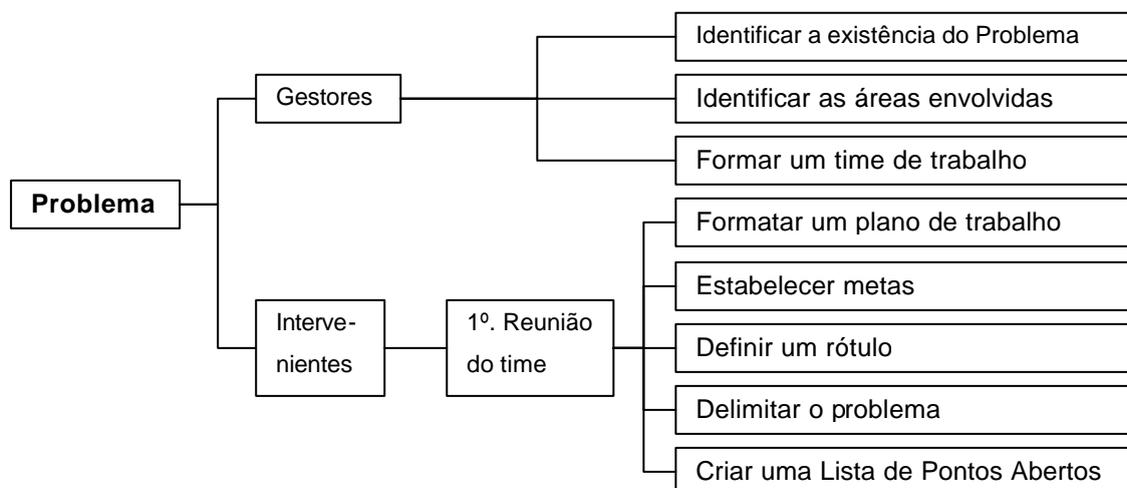


Figura 2 Diagrama da 1ª. Fase: O Problema

As três etapas iniciais são de responsabilidade dos gestores das áreas envolvidas, onde é identificado o problema.

- ◆ 1ª. ETAPA: Identificar a existência do Problema
- ◆ 2ª. ETAPA: Identificar as áreas envolvidas
- ◆ 3ª. ETAPA: Formar um time de trabalho

As etapas seguintes que compõe esta fase são de responsabilidade dos intervenientes (time de trabalho) designados pelos gestores. A primeira reunião do grupo-tarefa deve encerrar esta fase com uma boa compreensão do problema através da equalização das informações dos intervenientes e da definição das condições de contorno do problema.

- ◆ 4ª. ETAPA: Formatar um plano de trabalho
- ◆ 5ª. ETAPA: Estabelecer metas
- ◆ 6ª. ETAPA: Definir um rótulo
- ◆ 7ª. ETAPA: Delimitar o problema
- ◆ 8ª. ETAPA: Criar uma Lista de Pontos Abertos

#### **4.3.1.1 Identificar a existência do Problema**

As pessoas envolvidas num processo produtivo, na maioria das vezes, trabalham com dados observacionais, isto é, aqueles que não são fruto de um experimento. Frequentemente seu problema básico é, portanto, projetar o efeito de um determinado problema, para possível recomendação futura de uma solução.

Para isto deve-se evitar a confusão desse efeito com o de outras variáveis de seu processo. Ele precisa da técnica de análise da causa para obter o efeito puro de uma variável e não para fazer previsão.

É preciso saber formular o problema e identificar suas causas para que se possam tomar decisões acertadas para banir o problema. A maioria destes requer o uso de técnicas simples, triviais mesmo. Porém, em alguns casos esta tarefa é difícil e repleta de surpresas. Uma boa identificação de problemas nos leva com frequência a técnicas específicas.

Logo, ao identificar um problema complexo que não seja facilmente solucionado por técnicas triviais, o gestor deve reconhecer a necessidade da utilização de uma metodologia estruturada.

Geralmente o gestor identifica este tipo de problema depois de exaustivas tentativas de saná-lo. Nesta etapa, pode-se fazer uso da ferramenta Folha de Verificação. Esta pode ser analisada após preenchimento (checagem) da Tabela 04.

**Tabela 4 Folha de Verificação do Problema.**

Questionamento	SIM	NAO
O problema é ocasional? (causas especiais)		
Foi tentado resolver o problema a partir de técnicas triviais, sem obter êxito?		
É caracterizado pela intratabilidade das análises por causa de informações incompletas? (falta de definição, concordância, parâmetros quantitativos; múltiplos objetivos conflitantes; e participantes em conflitos)		
É caracterizado por uma grande quantidade de informações qualitativas?		
Pode ser descrito como confuso e com falta de clareza sobre a definição do problema?		
Envolve vários membros de uma equipe, visões e objetivos divergentes com respeito à situação?		
Reflete importantes interações entre diferentes jogadores de fora (colaboradores) do grupo de decisão?		
Resolvê-lo envolverá cumplicidade entre os membros da equipe conforme eles negociam maneiras através da dinâmica de alcançar o consenso (na verdade, uma situação de compromisso)?		
O processo de resolução de problemas é influenciado por membros com diferentes poderes dentro de uma equipe, e a administração deste processo é particularmente importante?		
Resolvê-lo requer criatividade para a descoberta de um rol de opções (ações potenciais)?		

(outros questionamentos)		
--------------------------	--	--

#### **4.3.1.2 Identificar as áreas envolvidas**

O posicionamento de um indivíduo é passível de transformações, visto que sua formação está baseada em atitudes relacionadas à dinâmica das percepções que ocorre no seu dia a dia. Além da própria dinâmica do grupo, verifica-se que pressões exercidas por diferentes áreas também são responsáveis por mudanças nos pontos de vista dos atores.

Nesta fase é importante identificar todas as áreas envolvidas direta e indiretamente com o problema em análise. Nos casos onde são tratados problemas complexos na indústria, geralmente as áreas envolvidas são ligadas à Fabricação e às Engenharias de Processo, de Produto e de Qualidade. Aqui podem ser utilizadas a Matriz de Inter-relação, o Fluxograma ou até o Diagrama de Causa e Efeito.

#### **4.3.1.3 Formar um time de trabalho**

Nesta etapa, faz-se necessário selecionar um pequeno grupo de pessoas que tenham conhecimento do produto e do processo, experiência, disciplina técnica, autoridade, tempo e habilidade de estudar e detalhar o problema a ser abordado, estabelecendo e identificando a função do time e de cada membro.

Adicionalmente é preciso definir o moderador que acompanhará o time e conduzirá as atividades através da metodologia estruturada. Esta escolha deve estar baseada em algumas características necessárias ao papel do moderador:

- ◆ Conhecimento profundo da metodologia;

- ◆ Conhecimento especializado (produto e processos);
- ◆ Habilidade para raciocinar de forma abstrata e lógica;
- ◆ Saber trabalhar em equipe;
- ◆ Habilidade para identificar os atores e seus papéis;
- ◆ Persistência;
- ◆ Habilidades organizacionais;
- ◆ Bom relacionamento inter pessoal;

As percepções das pessoas são particulares e individuais, ou seja, a rigor em uma mesma situação problemática cada ator traz consigo diferentes pontos de vista, diferentes anseios e desejos, de forma que a completa compreensão do problema emergirá do inter-relacionamento destas visões divergentes.

Os objetivos do trabalho em equipe são:

- ◆ Trabalho em paralelo o mais precocemente possível, em vez de serial;
- ◆ Aproveitamento do maior potencial de conhecimento e experiência;
- ◆ Relação aberta com as informações disponíveis;
- ◆ Aumento da criatividade;
- ◆ Decisões coordenadas mais rapidamente;
- ◆ Consenso e maior aceitação dos resultados;
- ◆ Promover cooperação ampla e geral.

A composição do time deve ser multifuncional e a escolha dos atores deve ser feita a partir de algumas considerações:

- ◆ Quem é afetado pelo problema;
- ◆ Quem dispõe de informações sobre o problema;
- ◆ Quem pode coletar dados sobre o problema;
- ◆ Quem pode sugerir soluções;
- ◆ Quem dispõe de conhecimento técnico;

- ◆ Quem pode implementar e verificar a eficácia das soluções apresentadas;
- ◆ Quem dispõe de experiência sobre o assunto.

Além do time principal, outros atores com participação temporária podem ser convocados no decorrer dos trabalhos para atender a situações pontuais.

#### **4.3.1.4 Formatar um plano de trabalho**

No início do estudo de uma situação decisória complexa, geralmente os elementos primários de avaliação apresentam-se de forma desestruturada, desorganizada ou mal definida. A ocorrência destes equívocos deve-se ao fato de que nas abordagens clássicas (otimizantes) não há oportunidade para um debate entre os atores, de modo que as percepções dos mesmos não são explicitadas, não se identificando o problema de fato (COSTA, 1996).

Esta desorganização no início do processo pede uma fase de estruturação em que a massa de informações iniciais deve tornar-se compreensível e explícita para os intervenientes. Portanto, o nível de conhecimento de cada ator interveniente no processo deve ser nivelado aos demais para que todos possam conhecer e avaliar todos os aspectos inerentes às preferências e perspectivas dos decisores. Isto permite, de fato, a elaboração de um modelo de compromisso que represente o problema de maneira completa e realista.

Preparação e Planejamento para os trabalhos do grupo-tarefa:

- ◆ Definir incumbências, limites e objetivos;
- ◆ O time deve definir o quê e quanto deve ser executado;
- ◆ Planejar o cronograma;
- ◆ Providenciar o material de apoio para o grupo de trabalho (fluxograma do processo, desenhos dos componentes que possam estar afetando o resultado, relação de capacidade dos processos, etc);
- ◆ Levantar o histórico do problema:

O moderador faz um duplo papel na condução do estudo. Em primeiro lugar ele apóia a comunicação entre os atores e em segundo lugar serve de guia para a elaboração, justificativa e transformação dos julgamentos de valor dos atores. Assim,

o moderador tem um papel importante no processo de decisão, no sentido de dilatar ou fazer crescer o nível de conhecimento de cada interveniente.

Tarefas do moderador no início dos trabalhos da equipe:

- ◆ Assegurar que o trabalho comece na hora acordada;
- ◆ Organizar o contato entre os participantes, estabelecendo canais de comunicação;
- ◆ Explicar detalhes organizacionais;
- ◆ Estimar a duração (tempo) da reunião;
- ◆ Breve introdução à metodologia;
- ◆ Questionar a respeito de possíveis dúvidas;
- ◆ Apresentar o tema.

Possíveis falhas na Organização do evento:

- ◆ Mudança de moderador durante os trabalhos – continuidade;
- ◆ Atraso no início da realização;
- ◆ Não incorporado no processo de tomada de decisão;
- ◆ Composição do grupo não ideal;
- ◆ Interferência, sem condições de teste;
- ◆ Participantes não estão treinados apropriadamente;
- ◆ Dimensionamento do tempo requerido foi subestimado;
- ◆ Falhas na consistência da organização;
- ◆ Não exploradas inter relações com métodos e evidências documentadas;
- ◆ Participantes não convidados a tempo;
- ◆ Preparação insuficiente do conteúdo;

#### 4.3.1.5 Estabelecer metas

As metas devem ser acordadas com os gestores envolvidos com o problema. Nelas devem ser incluídos os níveis de defeituosos aceitáveis após a eliminação das causas especiais e as datas limites para a conclusão dos trabalhos. Estas metas devem constar no relatório final, para serem confrontadas com os resultados obtidos.

Alguns aspectos devem ser observados nesta fase:

- ◆ Os pré-requisitos para os trabalhos devem estar assegurados;
- ◆ Otimizar a composição do time (especialistas, composição interdisciplinar);
- ◆ Evitar / minimizar dependências hierárquicas no time;
- ◆ Escolher um local de reunião adequado;
- ◆ Descrever o problema;
- ◆ Acordar datas adequadas a todos os participantes.

#### 4.3.1.6 Definir um rótulo

No início dos trabalhos com a metodologia, o moderador deve assumir uma posição empática, procurando ouvir bastante e falar pouco. O objetivo desse trabalho é ter uma idéia do problema que a empresa está tendo, e junto com o time definirem um rótulo que expresse o problema de forma sucinta.

#### 4.3.1.7 Delimitar o problema

As condições de contorno são formadas pelas expressões que delimitam o problema e precisam ser orientadas à ação, pois a metodologia deve ter uma perspectiva também orientada à ação. O conceito está baseado em parte na ação que ele sugere. Como conceito entende-se um bloco de texto, com um pólo presente (um rótulo definido pelo ator para a situação atual) e um pólo contraste (um rótulo para a situação que é o oposto psicológico à situação atual). Os dois rótulos são separados pelo termo: "ao invés de" (MONTIBELLER NETO, 1996).

O que se busca com a utilização do pólo contraste é a determinação do oposto psicológico, ao invés do oposto lógico do time em relação à delimitação do problema. O oposto psicológico de uma determinada afirmação é a situação que o

interveniente encara como sendo o contrário dentro das circunstâncias que estão sendo analisadas e não a situação logicamente antagônica. Logo, o oposto psicológico de "diminuir", em determinada situação, não precisa ser "aumentar", mas pode ser, por exemplo, "manter constante".

Com a utilização do pólo contraste e respondendo aos questionamentos dos 5W2H (à exceção do *Why*, o que se está buscando), adicionado a uma perspectiva de tendência, o grupo identifica as condições de contorno do problema.

Exemplo para os questionamentos:

- ◆ Que produto / componente apresenta o problema?
- ◆ Que problema este componente apresenta?
- ◆ Quando ocorreu o problema? (datas, horários, turnos, estação do ano, etc).
- ◆ Onde ocorreu o problema? (equipamento, célula, campo, etc).
- ◆ Quem verificou o problema? (operador, empresa, cliente, usuário, etc).
- ◆ Como foi detectado o problema?
- ◆ Quantos produtos foram afetados?
- ◆ Qual a tendência de reincidência do problema?

Cabe salientar que somente devem compor as condições de contorno, as respostas comprovadas (certas) sob pena de gerar incertezas na análise da causa-raiz.

Utilizando-se de uma abordagem empática, nesta etapa o moderador busca compreender completamente o problema como foi definido pelos atores, atuando segundo a forma como o grupo entende as coisas e age. O moderador busca não interferir no que o ator diz. Tal abordagem busca uma neutralidade científica por parte do moderador de difícil execução na prática.

As condições de contorno devem ser relacionadas e codificadas com a letra "C" seguida de uma seqüência numérica (01,02,...,n) para facilitar a identificação na Lista de pontos Abertos e na Matriz de inter-relação.

**4.3.1.8 Criar uma Lista de Pontos Abertos**

Nesta etapa da metodologia já se faz necessária, a criação de uma “Lista de Pontos Abertos (LPA)” para acompanhar possíveis esclarecimentos que sejam necessários para a resposta a algum questionamento que por ventura não pôde ser resolvido pelo grupo durante a etapa anterior.

Além de um cabeçalho contendo a identificação da empresa, o rótulo do problema em estudo, responsável pelo acompanhamento, data de emissão, data da última atualização, e identificação da numeração de folhas (ex. 01/05); a LPA deve conter colunas com as seguintes informações:

- ◆ Numeração seqüencial para identificar o item da LPA.
- ◆ O código de identificação do evento (ex. C01 quando se referir à condição de contorno 01);
- ◆ A ação definida pelo grupo;
- ◆ A identificação do responsável pela execução da ação proposta;
- ◆ O prazo para a conclusão da ação proposta;
- ◆ A situação do item (aberto ou fechado); e
- ◆ Um campo para os resultados observados.

A figura 3 apresenta um exemplo para a formatação da LPA.

<b>EMPRESA</b>		<b>LPA ref.: (rótulo do problema)</b>				
Responsável:		Data da emissão:		Última atualização:		Folha: __ / __
Item	Cód.	Ação	Resp.	Prazo	Situação	Resultado

Figura 3 LPA – Lista de Pontos Abertos

A LPA criada nesta etapa será alimentada pelo grupo ao longo das fases seguintes.

#### 4.3.2 FASE 2: A CAUSA

Esta fase tem como objetivo levantar as possíveis causas-raiz, confrontá-las com a delimitação do problema e identificar qual delas é a causa-raiz. É constituída de cinco etapas como mostra a Figura 4.

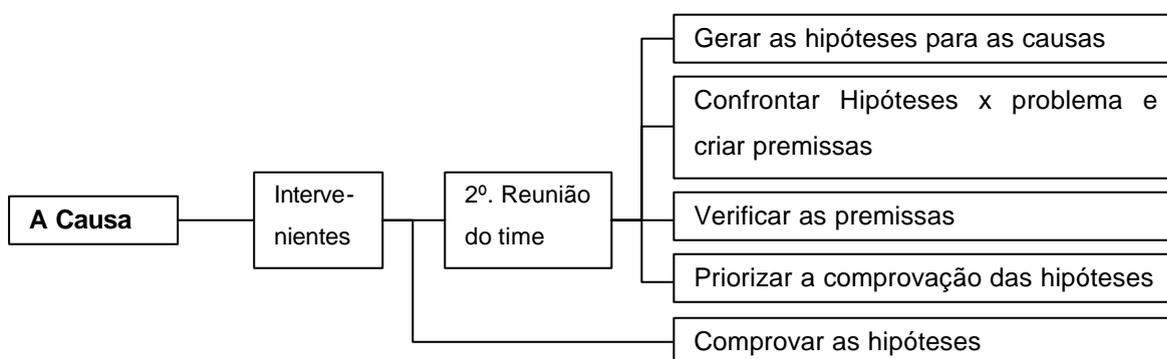


Figura 4 Diagrama da 2ª. Fase: A Causa

As etapas que compõe esta fase são de responsabilidade dos intervenientes (time de trabalho). A segunda rodada de encontros do grupo-tarefa deve encerrar esta fase com a identificação final da causa-raiz do problema através de testes para verificação e reprodução da falha. É composta pelas seguintes etapas:

- ◆ 9ª. ETAPA: Gerar as hipóteses para as causas
- ◆ 10ª. ETAPA: Confrontá-las com a delimitação do problema e criar premissas

- ◆ 11ª. ETAPA: Verificar as premissas
- ◆ 12ª. ETAPA: Priorizar a comprovação das hipóteses aceitas
- ◆ 13ª. ETAPA: Comprovar as hipóteses

#### 4.3.2.1 Gerar as hipóteses para as causas

Com base nas condições de contorno do problema o grupo deve levantar as possíveis hipóteses para a causa-raiz. Nesta etapa deve-se fazer uso do pensamento criativo dos membros do time, para aumentar o universo de possibilidades a serem pesquisadas. O moderador deve garantir que qualquer componente do time promova o julgamento das teorias levantadas sem que existam dados e fatos para isto.

Nesta etapa, deve-se utilizar o *Brainstorming* e o Diagrama de Causa e Efeito para levantar as hipóteses sobre as causas prováveis. O time pode usar os 6Ms (Método, Matéria-prima, Mão-de-obra, Meio de medição, Meio ambiente, Máquina) ou outros títulos como partes do produto ou processo que podem gerar o problema juntamente com a interação entre eles (ex.: sub-conjunto 1, sub-conjunto 2, sub-conjunto 3 e interação entre eles) para montar o Diagrama.

Neste momento, em uma abordagem negociativa o moderador busca trabalhar possíveis discordâncias entre os componentes do time em função de fatores políticos envolvidos, já que os atores pertencem a áreas (ou empresas) diferentes e nenhum deles quer ser o responsável (culpado) pelo problema. Tal abordagem inicia-se com um período em que o moderador escuta o time de forma empática, com o objetivo de ouvir o que eles têm a dizer sobre as possíveis causas. Segue-se, então, uma negociação entre as partes visando o interesse e comprometimento mútuo, onde as hipóteses levantadas atendam aos anseios das duas partes.

O Moderador e o time, portanto, irão construir as hipóteses para o problema a ser resolvido, valendo-se, para tanto, de uma grande área de intersubjetividade existente entre eles, que lhes permite suficiente entendimento sobre o sentido das palavras e a natureza dos objetos a serem considerados (MONTIBELLER NETO, 1996).

As hipóteses para as causas devem ser relacionadas e codificadas com a letra “H” seguida de uma seqüência numérica (01,02,...,n) para facilitar a identificação na Lista de pontos Abertos e na Matriz de inter-relação.

#### **4.3.2.2 Confrontá-las com a delimitação do problema e criar premissas**

Utilizar uma matriz de inter-relação para validar as hipóteses levantadas, ou seja, confrontar cada hipótese com todas as condições de contorno para verificar se esta pode ou não ser a causa raiz do problema. A valorização deve ser binária: “0” para a inter-relação falsa e “1” para a verdadeira. Ao perceber a aparição de uma inter-relação falsa, a hipótese pode ser descartada. Porém caso não haja certeza absoluta da nulidade da inter-relação, a análise pode avançar até encontrar outra falsa ou até atingir o final da análise.

Durante esta etapa é comum que apareçam dúvidas quanto à validade de alguma condição de contorno devido à falta de conhecimento sobre alguns efeitos. Nesta situação, o item deve ser validado com uma premissa<sup>1</sup>, e a verificação desta deve ser adicionada à Lista de Pontos Abertos com responsável e data designados para os esclarecimentos necessários sempre que as demais relações forem verdadeiras. Então a inter-relação entre a condição de contorno e a hipótese somente será considerada verdadeira SE a premissa for verdadeira.

As premissas devem ser relacionadas e codificadas com a letra “P” seguida de uma seqüência numérica (1, 2,...,n) para facilitar a identificação na Lista de pontos Abertos e na Matriz de inter-relação.

A figura 5 apresenta um exemplo de avaliação através da matriz de inter-relação.

---

<sup>1</sup> Segundo o Novo Dicionário Aurélio (novembro, 2003), premissa é cada uma das proposições de um silogismo que serve de base à conclusão. E silogismo é uma dedução formal tal que, postas duas proposições, chamadas premissas, delas, por inferência, se tira uma terceira, chamada conclusão.

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	Total
H01	1	1	0					
H02	1	1	1	1	1	1	1	7
H03	1	1	1	0				
H04	1	1	1	1 – P1	1	1	1	7
H05	1	0						
H06	1	1	1 – P2	0				
H07	1	1	1	1	1	0		
H08	1	0						
H09	1	1	1	1 – P1	1 – P3	1	1	7

Figura 5 Exemplo de Matriz de Inter-relação

No exemplo da Figura 5, as hipóteses H05 e H08 não passariam pela condição de contorno C02, logo estariam descartadas. A hipótese H01 estaria sendo descartada na C03. As H03 e H06 estariam sendo descartadas na C04. A H09 só seria aceita como provável causa-raiz após a comprovação da premissa P1 na C04 e comprovação de P3 na C05. A H04 só seria aceita como provável causa-raiz após a comprovação da premissa P1 na C04. E por fim, H02 já seria considerada uma provável causa-raiz.

#### 4.3.2.3 Verificar as premissas

Executar o exposto na Lista de Pontos Abertos para a verificação das premissas. O time deve tratar os dados coletados para decidir que premissas têm sustentação, quais devem ser eliminadas e que novas premissas ainda podem surgir.

No exemplo citado na etapa anterior, seria necessário avaliar as premissas P1 e P3 para verificar a validade das hipóteses H04 e H09. A premissa P2 não precisaria de uma análise e validação já que a hipótese H06 foi invalidada na condição de contorno C04.

#### 4.3.2.4 Priorizar a comprovação das hipóteses aceitas

Para as hipóteses validadas como prováveis causas-raiz há necessidade de se estabelecer priorização. Para isto, os dados devem ser reavaliados considerando a possibilidade de controle para as hipóteses levantadas. A base para considerar a priorização das comprovações deve considerar alguns fatores:

- ◆ O custo que envolve a comprovação;
- ◆ O impacto do problema sobre a meta indicada;
- ◆ O tempo para testar a hipótese; e
- ◆ Os benefícios que podem ser gerados.

Ao citarmos o exemplo da Figura 5, se na etapa de verificação das premissas comprovássemos que a P1 é verdadeira e a P3 é falsa, as hipóteses a serem priorizadas seriam as H02 e H04.

#### 4.3.2.5 Comprovar as hipóteses

As hipóteses validadas e priorizadas na etapa anterior devem ser consideradas como prováveis causas-raiz. Para a definição final, as causas possíveis devem reproduzir a falha e comprovar o impacto sobre o problema em questão. Esta etapa é conduzida pelos responsáveis por cada ação definida na LPA, não necessitando da participação do time completo.

Considerando os fatores citados na etapa anterior (item 4.3.2.4), quando há um forte indício para a comprovação técnica da causa-raiz, os atores podem optar por gerar ações para conter esta causa considerando-a causa-raiz em função de uma inviabilidade técnica e/ou econômica para a reprodução da falha.

### 4.3.3 FASE 3: A SOLUÇÃO

Esta fase tem como objetivo levantar as possíveis soluções e discuti-las gerando um plano de ações. É constituída de duas etapas como mostra a Figura 6.

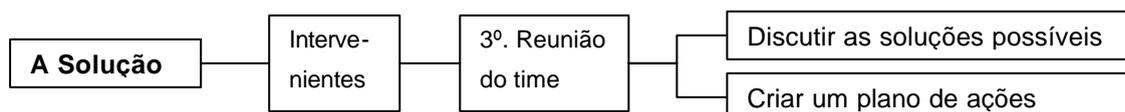


Figura 6 Diagrama da 3ª. Fase: A Solução

As etapas que compõe esta fase são de responsabilidade dos intervenientes. O terceiro encontro do grupo-tarefa deve encerrar esta fase com a definição de um plano de ações. É constituída pelas seguintes etapas:

- ◆ 14ª. ETAPA: Discutir as soluções possíveis
- ◆ 15ª. ETAPA: Criar um plano de ações

#### **4.3.3.1 *Discutir as soluções possíveis***

Identificada a causa-raiz, o grupo deve seguir com a geração de soluções para o problema em estudo.

Muitas vezes surgem diversas soluções alternativas que precisam ser analisadas antes da definição de qual ou quais devem ser escolhidas. Aqui podem ser utilizadas várias ferramentas básicas da qualidade:

- ◆ *Brainstorming*;
- ◆ Folha de Verificação;
- ◆ Fluxograma;
- ◆ Histograma;
- ◆ Estratificação;
- ◆ Diagrama de afinidades;
- ◆ Matriz GUT;
- ◆ Diagrama de Pareto;
- ◆ Etc.

A solução selecionada deve eliminar a causa-raiz ou minimizar sua influência sobre o efeito indesejado.

#### **4.3.3.2 *Criar um plano de ações***

Neste momento pode-se optar pela utilização da ferramenta 5W2H ou ainda, realimentar a LPA criada anteriormente, apresentando a ação corretiva, quem é o responsável e qual o prazo para a solução final. A escolha do grupo dependerá da complexidade e dos envolvidos com a ação corretiva escolhida.

#### 4.3.4 FASE 4: A IMPLEMENTAÇÃO

Esta fase tem como objetivo implementar as soluções para o problema.

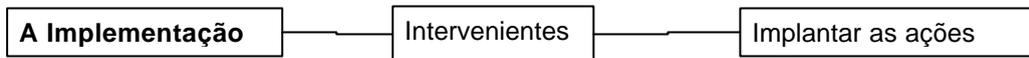


Figura 7 Diagrama da 4ª. Fase: A Implementação

É constituída de uma etapa (Figura7):

- ◆ 16ª. ETAPA: Implantar as ações conforme plano

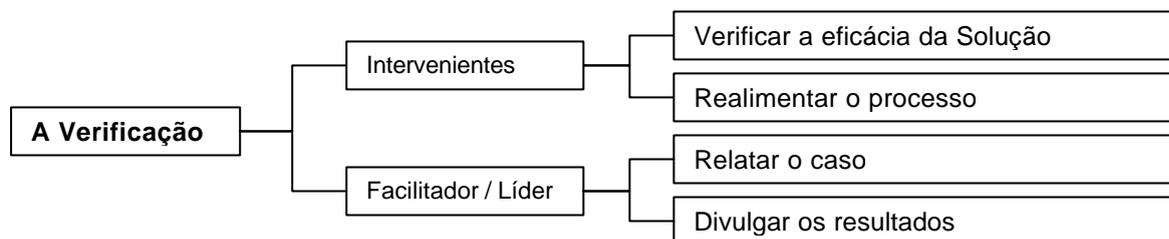
##### 4.3.4.1 *Implantar as ações conforme plano*

O objetivo desta fase é aplicar as soluções propostas para atingir os resultados projetados. Pode-se utilizar a ferramenta Folha de Verificação caso existam muitos detalhes a serem observados na implantação da solução. Aqui se faz necessário também, estabelecer a forma de medir os resultados para futura comprovação da eficácia da solução adotada:

- ◆ Itens de controle;
- ◆ Forma de medição;
- ◆ Padrões de aferição; e
- ◆ Informações necessárias para aferir e controlar o processo.

#### 4.3.5 FASE 5: A VERIFICAÇÃO

Esta fase tem como objetivo verificar a eficácia das soluções implantadas, oficializando e divulgando o caso. É constituída de quatro etapas (Figura 8):



**Figura 8 Diagrama da 5ª. Fase: A Verificação**

As duas etapas iniciais são de responsabilidade dos decisores (gestores das áreas envolvidas) que compõem o grupo-tarefa (intervenientes):

- ◆ 17ª. ETAPA: Verificar a eficácia da Solução
- ◆ 18ª. ETAPA: Realimentar o processo

As duas etapas finais são de responsabilidade do Moderador e do Líder do Grupo. Cabe a eles apresentar os resultados obtidos e divulgar as decisões tomadas para incorporá-las à cultura da empresa.

- ◆ 19ª. ETAPA: Relatar o caso
- ◆ 20ª. ETAPA: Divulgar os resultados

#### **4.3.5.1 Verificar a eficácia da Solução**

Toda solução deve ser validada antes de ser implementada para comprovar sua eficácia. O grupo deve acompanhar o processo ao longo de algum tempo para verificar se a solução atuou sobre o processo impedindo a recorrência do problema ou se melhorou os índices de desempenho conforme acordado nas metas iniciais.

Neste acompanhamento podem ser utilizadas várias ferramentas das quais destacam-se as Folhas de Verificação ou Carta de Controle.

#### **4.3.5.2 Realimentar o processo**

Durante a validação das soluções pode ser necessário fazer algum tipo de ajuste para se obter um resultado satisfatório. Nestes casos o grupo deve atuar sobre o processo a fim de melhorar os resultados.

Caso a solução não tenha surtido efeito esperado, deve-se retornar para a análise de soluções (quando não eliminou a causa-raiz) ou para a fase da análise das causas (quando eliminou a provável causa-raiz, mas os efeitos ainda se apresentam).

Caso a solução tenha atingido seu objetivo, deve-se rever toda a documentação do processo que sofreu alteração (desenhos, FMEA, plano de fabricação, plano de controle da qualidade, etc.).

#### **4.3.5.3 Relatar o caso**

Redigir o relatório final com os resultados da aplicação da metodologia e distribuir a todos os intervenientes do grupo e aos decisores da(s) empresa(s) envolvida(s).

#### **4.3.5.4 Divulgar os resultados**

Distribuir o relatório divulgando as melhorias propostas e os resultados após comprovação da efetividade das soluções para todas as áreas que tenham qualquer tipo de processo igual ou similar, bem como para todas as áreas (ou empresas) envolvidas na cadeia cliente-fornecedor.

## **4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO**

A tabela 5 sugere algumas ferramentas para uso nas diferentes fases da metodologia. Seu uso, no entanto, não é obrigatório, dependendo, sobretudo, das contingências associadas a cada problema a ser analisado.

As fases mais robustas da metodologia apresentada são as fases 1 e 2 que compreendem a definição do problema e a identificação da causa-raiz. Nestas fases, o rol de ferramentas sugeridas é maior em função da complexidade envolvida. A 3ª fase apresenta um grau de complexidade um pouco menor, já que trabalha as definições geradas nas fases anteriores. Já as fases 4 (implementação) e 5 (verificação) são promovidas pelos atores diretamente ligados ao problema identificado e assim a necessidade do uso de ferramentas é menor. Cabe salientar que a fase 5 compreende a etapa de realimentação dos processos. Esta fase

envolve a atualização das documentações de processo, os quais podemos citar o FMEA, o Planos de Controle, o Plano de Fabricação, Desenhos, etc.

**Tabela 5 Relação entre as fases e as ferramentas.**

Fase	Ferramentas
Fase 1: O Problema	<i>Brainstorming</i> - Diagrama de Causa e Efeito Diagrama de Matriz (LPA) - Diagrama de Árvore (Organograma) Diagrama de Afinidades - Diagrama de Pareto
Fase 2: A Causa	Estratificação - Fluxograma Folha de Verificação - Histograma Matriz de Inter-relação - 5W2H (5W1H)
Fase 3: A Solução	<i>Brainstorming</i> - Diagrama de Matriz (LPA) Diagrama de Afinidades - Diagrama de Pareto Estratificação - Fluxograma Folha de Verificação - 5W2H (5W1H)
Fase 4: A Implantação	Diagrama de Matriz (LPA) - Fluxograma Folha de Verificação
Fase 5: A Verificação	Diagrama de Matriz (LPA) - Fluxograma Folha de Verificação - Carta de Controle

A metodologia proposta se difere da metodologia KT em vários pontos, dos quais citamos alguns:

- A) A KT usa a matriz “É / NÃO É” para definição do problema utilizando o oposto lógico. A metodologia proposta usa afirmações separadas por “ao invés de” caracterizando a utilização do oposto psicológico, como descrito na página 71.
- B) A definição do problema na KT funciona como uma espécie de “funil” para direcionar o levantamento das hipóteses possíveis. Já na metodologia proposta, o levantamento das hipóteses não é limitado e a definição do problema serve como uma espécie de “peneira”, para validar as hipóteses a serem estudadas.
- C) A KT não apresenta a necessidade de uso de um moderador, o que é vital na metodologia proposta.
- D) O time que trata o problema na KT geralmente é bem menor do que o grupo envolvido na metodologia proposta.

- E) As fases 1 e 2 da metodologia proposta são parecidas com a KT. No entanto, esta última utiliza apenas uma fase (ação corretiva) depois das causas levantadas. A metodologia proposta utiliza as fases 3, 4 e 5 para resolver definitivamente o problema.

## 5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada uma aplicação prática da metodologia proposta envolvendo três organizações ligadas à indústria automotiva. Inicia-se com uma breve explanação a respeito das empresas passando para o relato da aplicação da metodologia proposta (etapa por etapa) e finalizando com uma análise de sua utilização.

As empresas envolvidas não permitiram a divulgação de razão social, detalhes específicos de produto e processo, valores monetários e nome das pessoas envolvidas. As datas serão expressas em dias considerando a primeira ocorrência do problema como data 001.

### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O problema envolveu diretamente, duas empresas de uma cadeia de fornecimento da indústria automotiva. Doravante as trataremos por: ALFA e BETA.

A empresa ALFA Ltda é uma filial brasileira de uma organização multinacional com matriz na Europa. A unidade estudada neste trabalho possui mais de três mil funcionários e fabrica cinco linhas de produtos diferentes ligados à injeção de combustíveis. Fundada no final da década de 70, possui uma área ocupada de cerca de 580 mil m<sup>2</sup> onde 76 mil m<sup>2</sup> são referentes à área construída. O grupo ALFA possui unidades fabris em mais de 50 países com cerca de 220 mil funcionários espalhados pelo mundo. Encerrou o ano de 2002 com um faturamento mundial em torno de 35 bilhões EUR. A empresa foi fundada no final do século XIX na Europa e chegou ao Brasil na década de 50. No país ela já conta com 9 fábricas e cerca de 13.000 funcionários diretos. Ela marcou a história do desenvolvimento tecnológico, que hoje estão representados por 03 setores de negócios: Tecnologia Automotiva, Bens de Consumo e Tecnologia Industrial.

BETA S.A. foi fundada na Europa no final do século XIX e na década de 70 as fábricas espalhadas pelo mundo foram vendidas, restando apenas a unidade brasileira, mantendo o nome original. Fabricante de motores para veículos automotivos, ela exporta seus produtos para o mercado mundial. A fábrica possui

uma área ocupada de 85 mil m<sup>2</sup> das quais 45 mil m<sup>2</sup> de área construída e cerca de 1500 funcionários. Desde sua fundação no Brasil, na década de 50, a empresa já ultrapassou a marca de 1.200.000 motores fabricados. Sua linha de montagem está equipada com a mais moderna infra-estrutura para a produção de motores. Com máquinas flexíveis dotadas de CNC (Comando Numérico Computadorizado) e controladas pelo CEP (Controle Estatístico do Processo), o resultado é uma maior precisão na produção e preparação das peças. A produção altamente automatizada conta com robôs que agilizam a montagem, reduzem os custos e aumentam significativamente a qualidade dos produtos. Todo o espaço da área industrial é modular e todos os torques do processo de produção são rastreados eletronicamente.

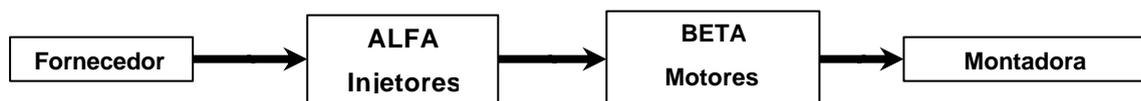


Figura 9 Cadeia de fornecimento envolvendo as duas empresas

## 5.2 DESCRIÇÃO DAS FASES DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

### 5.2.1 FASE 1: O PROBLEMA

Logo após o início da produção em série de um novo motor na BETA, houve o primeiro caso do problema em estudo. O motor parou após dez minutos de funcionamento na bancada de teste da produção. Ao examiná-lo, um engenheiro da referida empresa constatou que um dos pistões havia derretido. Esta falha voltou a ocorrer com certa frequência, a uma taxa média de 1/120.

#### 5.2.1.1 Identificar a existência do Problema

Após o aparecimento do problema, a empresa BETA fez uma série de testes e investigações e só conseguiram reproduzir a falha, inserindo impurezas no sistema

de injeção. Enviou os injetores que estavam montados nos cilindros que apresentaram a falha, para a empresa ALFA juntamente com uma fatura para cobrir os custos gerados pelo problema em questão. A ALFA, por sua vez, analisou os injetores e não constatou a presença de “sujeira” no sistema. Assim sendo, formalizou um laudo e recusou a fatura. Ambas re-analisaram seus processos e produtos e chegaram à conclusão de que o problema estava no produto ou processo da outra.

Estava criado um impasse. Uma acusava a outra pelos danos causados e problema tomou proporções delicadas (sob o prisma comercial). Então, no dia 064, Os decisores de ambas as empresas acordaram que deveria ser formado um time interorganizacional para identificar e tratar o problema. Na realidade, a BETA esperava poder comprovar sua teoria a respeito de impurezas no sistema de injeção.

Os injetores eram fornecidos por uma unidade europeia da ALFA, mas a unidade brasileira ficou incumbida de atender o cliente e resolver o problema.

#### **5.2.1.2 Identificar as áreas envolvidas**

Da forma como o problema se apresentava, a causa-raiz poderia estar tendo influência direta das áreas de: Engenharia de Produto, Processo, Aplicação e Qualidade. Logo, as empresas deveriam indicar os seus representantes (intervenientes) de cada uma áreas citadas.

#### **5.2.1.3 Formar um time de trabalho**

Os decisores da BETA indicaram assim seus representantes efetivos:

- ◆ 1 engenheiro de produto (projeto)
- ◆ 1 engenheiro de aplicação
- ◆ 1 engenheiro de processo (líder do time BETA)
- ◆ 2 engenheiros da qualidade

Os decisores da ALFA indicaram assim seus representantes efetivos:

- ◆ 1 engenheiro de produto (Brasil)
- ◆ 1 engenheiro de aplicação (Brasil)
- ◆ 1 engenheiro de aplicação (Europa)
- ◆ 1 engenheiro da qualidade do produto (Brasil)
- ◆ 1 engenheiro de sistemas da qualidade (Moderador - Brasil)

Os trabalhos foram acompanhados à distância por alguns atores das empresas envolvidas:

- ◆ BETA: Diretor-geral e Diretor-técnico.
- ◆ ALFA: Engenheiro Comercial (Europa)
- ◆ Montadora: Engenheiro da qualidade e Engenheiro de aplicação (Europa)

#### **5.2.1.4 Formatar um plano de trabalho**

No dia 069, houve o primeiro encontro do grupo-tarefa na empresa BETA para discutir a forma de tratamento do problema.

O moderador se apresentou e promoveu a apresentação de cada um dos intervenientes. Salientou as dificuldades que enfrentariam em função da distância e as limitações quanto ao fornecimento de amostras para testes tendo em vista que a ALFA-Brasil não produzia aquele produto específico. Fez uma breve explanação a respeito da metodologia a ser aplicada, chamando-a de KT-Modificada<sup>2</sup>. Alertou ainda, sobre a importância de todos estarem munidos da documentação de produto e processo (desenhos, listas de peças, fluxograma de processo, folha de verificação com as especificações das datas e condições do processo na ocorrência das falhas, etc) para otimizar as reuniões evitando paradas para levantamento de informações.

---

<sup>2</sup> Face ao problema apresentado, seria difícil justificar a utilização de uma nova metodologia de análise e solução de problemas para o Grupo. Assim, o facilitador apresentou-a como sendo a metodologia KT (apresentada no Capítulo 2), porém com algumas adaptações para o caso em questão. Como o grupo não dominava a técnica, não houve grande problema em aplicar a nova metodologia.

O time aceitou a utilização da metodologia apresentada, desde que a cada nova fase fosse explicada a forma de atuação. Foram acordados as datas e os locais para as primeiras duas reuniões:

- ◆ 1ª. Reunião nos dias 076 e 077 às 8:30h em uma sala de reuniões da empresa BETA, pois haveria uma visita à linha de produção;
- ◆ 2ª. Reunião nos dias 083 e 084 às 8:30h na cidade da empresa BETA, porém fora das dependências da empresa.

O líder do time BETA ficou responsável pela contratação dos locais e recursos necessários (computador, projetor multimídia, *flip-chart*, alimentação, etc).

O idioma a ser utilizado durante as reuniões deveria ser o português. Os estrangeiros presentes seriam assistidos por seus *partners*. Os relatórios deveriam ser apresentados em inglês.

#### 5.2.1.5 Estabelecer metas

A meta principal acordada entre os decisores e o time foi:

- ◆ Eliminar a ocorrência da falha apresentada;

Dentre as metas secundárias acordadas com o time estavam:

- ◆ Deveria haver transparência total nas informações pertinentes ao caso;
- ◆ Não deveriam existir interrupções nem ausência dos componentes durante as reuniões do time;
- ◆ Os locais, recursos e a documentação deveriam estar disponíveis nas datas acordadas para as reuniões;
- ◆ E, principalmente, que o time estaria discutindo **TECNICAMENTE** o problema em questão. Fatores políticos não deveriam nortear a análise, pois estariam procurando a causa e suas soluções e **NÃO** os culpados.

#### 5.2.1.6 Definir um rótulo

Às 8:30h do dia 076 o time estava pronto para iniciar os trabalhos. Houve uma ausência de um dos representantes da BETA em função de problemas familiares.

Ocorreu também uma falha técnica que impediu a utilização do projetor multimídia, então foram utilizados o quadro branco e o *flip-chart* para dar prosseguimento aos trabalhos.

O rótulo definido pelo grupo para expressar o problema de forma sucinta foi:

- ◆ MELTED PISTON (Pistão derretido)

#### **5.2.1.7 Delimitar o problema**

Nesta etapa, o moderador orientou o grupo para a composição das condições de contorno do problema. Foram feitas perguntas específicas utilizando o 5W2H onde o grupo deveria responder aos questionamentos utilizando o pólo atual e o pólo contraste.

Em um determinado momento, houve uma discussão do time a respeito de uma condição de contorno que poderia eliminar a possibilidade do fator “impureza nos injetores” ser a causa do problema. Naquele instante, sem o consenso do grupo, o moderador se posicionou informando que estaria encerrando os trabalhos. Citou: “O que havia sido acordado pelo grupo é que discutiríamos o problema tecnicamente sem permitir que fatores políticos afetassem as discussões e sem procurar culpados. Se os senhores já conhecem a causa-raiz e a solução para o problema, não há necessidade de estarmos perdendo nosso tempo aqui!”. O moderador se retirou da sala por alguns minutos para que o grupo pudesse refletir um pouco sobre o acontecido. Ao retornar o grupo já havia entrado num acordo e resolveram dar continuidade aos trabalhos.

As condições de contorno foram definidas conforme a tabela abaixo:

**Tabela 6 Condições de Contorno do Problema.**

<i>Que componente apresenta o problema?    Que problema este componente apresenta?</i>	
<b>C01</b>	O objeto que apresenta a falha é o pistão <b>ao invés de</b> outro componente do motor.
<b>C02</b>	Derretimento do pistão <b>ao invés de</b> outro tipo de falha como trinca, quebra, etc.
<i>Onde ocorreu o problema? (equipamento, seção, célula, campo, etc).</i>	
<b>C03</b>	Ocorre em todos os bancos de testes da produção (BETA) <b>ao invés de</b> ocorrer nos dinamômetros da engenharia (ALFA e BETA) ou no campo.
<b>C04</b>	Ocorre sempre no topo / câmara do pistão <b>ao invés de</b> ocorrer nas laterais ou na parte inferior.
<b>C05</b>	Ocorre em um único cilindro (qualquer um) <b>ao invés de</b> em mais de um cilindro simultaneamente.
<i>Quem verificou a falha? (operador, empresa, usuário, etc).</i>	
<b>C06</b>	A falha é verificada pela BETA <b>ao invés de</b> pela ALFA ou pela Montadora ou pela Assistência Técnica.
<i>Quando ocorreram as falhas? (datas, horários, turnos, estação do ano, etc).</i>	
<b>C07</b>	A partir da data 001 <b>ao invés de</b> uma data anterior
<b>C08</b>	Nos três turnos de trabalho <b>ao invés de</b> falharem em um turno apenas
<i>Como as falhas ocorrem?</i>	
<b>C09</b>	A falha ocorre sempre em regime de potência e torque <b>ao invés de</b> acontecer em marcha lenta, máxima livre, rotação e fumaça.
<i>Quantos produtos foram afetados?</i>	
<b>C10</b>	12 motores falharam <b>ao invés dos</b> outros 1462 produzidos
<i>Qual a tendência de reincidência do problema?</i>	
<b>C11</b>	A expectativa é que 1 motor, a cada 122 testes, falhe <b>ao invés de</b> sanar o problema.

#### 5.2.1.8 Criar uma Lista de Pontos Abertos

Um representante da BETA recebeu uma notícia de que teria acontecido um caso no campo (Europa) em um motor que já havia rodado 16.000 km e trocado o cabeçote à aproximadamente 500 km. A BETA vai investigar para saber se a falha corresponde à apresentada nas bancadas da produção.

A Figura 10 apresenta a 1ª. Edição da LPA.

ALFA LPA ref.: (MELTED PISTON - BETA)						
Responsável: Moderador			Data da emissão: Dia 076		Última atualização: Dia 076	
Folha: 1 / 1						
Item	Cód.	Ação	Resp.	Prazo	Sit.	Resultado
01	---	Investigar se a falha ocorrida no campo (Europa) corresponde à falha apresentada nas bancadas da produção.	Eng 1 BETA	083		

Figura 10 LPA – Lista de Pontos Abertos – 1ª. Edição

## 5.2.2 FASE 2: A CAUSA

### 5.2.2.1 Gerar as hipóteses para as causas

Às 8:30h do dia 083 o time se dirigiu a uma empresa próxima da BETA para iniciar os trabalhos. Não foi registrada nenhuma ausência e os recursos estavam todos disponíveis.

Nesta etapa, o moderador orientou o grupo para a fase de geração de hipóteses para a causa-raiz. A ferramenta escolhida para esta fase foi o Diagrama de Causa e Efeito.

Na visita à fábrica após a definição das condições de contorno, na etapa anterior (1ª. Reunião), o Engenheiro de Aplicação (Europa) da ALFA investigou a bancada de testes da produção e constatou que os cabos usados no chicote elétrico estavam fora de especificação. O moderador, prevendo uma discussão de cunho

político, sugeriu que as categorias fossem escolhidas a partir de uma estratificação do produto em subconjuntos ao invés dos tradicionais 6 Ms. Como a causa parecia estar na interação dos sistemas em função da constatação, iniciar as discussões pelos subconjuntos esgotaria possíveis argumentações para validar ou invalidar alguma hipótese discutida no final do processo. O grupo aceitou a sugestão sem conhecer as intenções do moderador.

Os títulos escolhidos para compor o diagrama foram:

- ◆ Cabeçote do Motor;
- ◆ Bloco do Motor;
- ◆ Injetor de Combustível;
- ◆ Interação entre os sistemas;

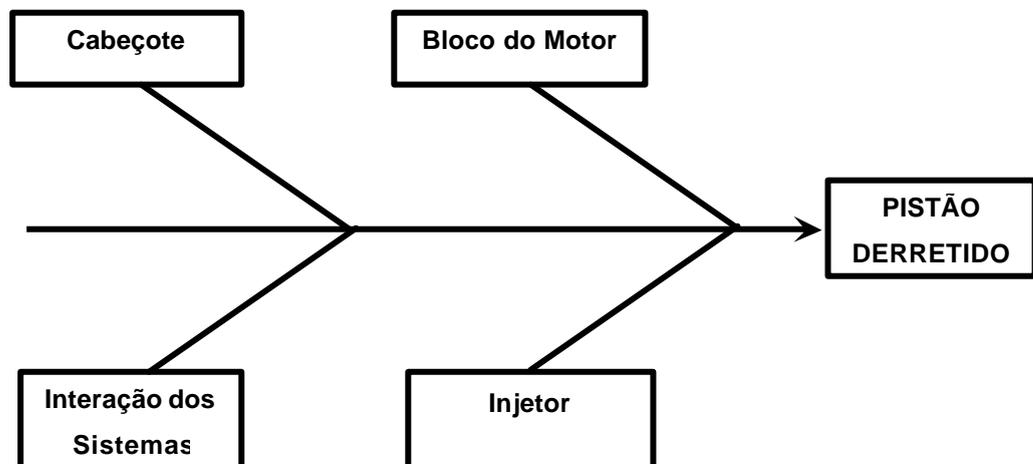


Figura 11 Diagrama de Causa e Efeito

As hipóteses geradas a partir do Cabeçote do motor estão listadas na tabela 7:

**Tabela 7 Hipóteses levantadas para o CABEÇOTE.**

<b>H01</b>	Ângulo de Came fora do especificado;
<b>H02</b>	Assento de válvula apresentando vazamento;
<b>H03</b>	Junta apresentando vazamento;
<b>H04</b>	Perda de pressão de combustão por falta de vedação na arruela gerando aumento de débito no cilindro falhado;
<b>H05</b>	Diâmetro interno da arruela interferindo na haste do bico;
<b>H06</b>	Concentricidade entre diâmetro interno e externo da arruela;
<b>H07</b>	Usinagem do alojamento do bico injetor fora do especificado;
<b>H08</b>	Dimensionamento de projeto do alojamento do bico injetor;

As hipóteses geradas a partir do Bloco do motor estão listadas na tabela 8:

**Tabela 8 Hipóteses levantadas para o BLOCO.**

<b>H09</b>	Usinagem do cilindro fora do especificado (coordenada);
<b>H10</b>	Material do pistão fora do especificado;
<b>H11</b>	Posicionamento da câmara fora do especificado;
<b>H12</b>	Folga excessiva entre anel e camisa;
<b>H13</b>	Roda de pulso mal posicionada (Usinagem do alojamento do sensor de rotação na caixa de engrenagens, Usinagem da roda de pulso fora do especificado);
<b>H14</b>	Altura do pistão em relação à face inferior do cabeçote fora do especificado;

As hipóteses geradas a partir do Injetor estão listadas na tabela 9:

**Tabela 9 Hipóteses levantadas para o INJETOR**

<b>H15</b>	Impurezas no Sistema de Injeção;
<b>H16</b>	Furo de injeção parcialmente obstruído;
<b>H17</b>	Tolerâncias de Formas geométricas do Injetor fora do especificado;
<b>H18</b>	Ajustes de montagem do Injetor fora do especificado;
<b>H19</b>	Folga da agulha fora do especificado;
<b>H20</b>	Ângulo de injeção fora do especificado;

As hipóteses geradas a partir da Interação dos sistemas estão listadas na tabela 10:

**Tabela 10 Hipóteses levantadas para a INTERAÇÃO DOS SISTEMAS**

<b>H21</b>	Mau funcionamento do computador de bordo e dos sensores / atuadores;
<b>H22</b>	Falha do sensor de pressão do tubo de armazenagem de pressão;
<b>H23</b>	Corrente de recarga por longo período em virtude de resistência alta – possível problema com o chicote de produção;
<b>H24</b>	Torque de aperto da garra do injetor fora do especificado;
<b>H25</b>	Pressão da linha de retorno do Injetor muito baixa;

Foram levantadas inicialmente, 34 hipóteses para a causa-raiz, onde após um agrupamento por afinidades, restaram 25 delas. Como previsto, a esgotante jornada de discussões e negociações facilitou a aprovação da hipótese referente ao chicote de produção (H23).

#### **5.2.2.2 Confrontá-las com a delimitação do problema e criar premissas**

Ao término do levantamento das hipóteses para a causa-raiz foi feita uma pausa de 20 min.

Em seguida, o moderador orientou o grupo para a fase onde as hipóteses para a causa-raiz devem ser confrontadas com as condições de contorno. A ferramenta escolhida para esta fase foi a Matriz de Inter-relação.

A figura 12 apresenta o resultado da avaliação através da matriz de inter-relação.

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	TOTAL
H01	0	0										
H02	1-P1	1-P1	1-P1	1	1	1	1-P1	1-P1	1	1	1	11
H03	1-P1	1-P1	1-P1	1	1	1	1-P1	1-P1	1	1	1	11
H04	1-P1	1-P1	1-P1	1	1	1	1-P1	1-P1	1	1	1	11
H05	1	0										
H06	1	0										
H07	1	0										
H08	1	0										
H09	1	0										
H10	1	1	1	1	1	1	0	0				
H11	1	1	1	1	1	1	1	1	0			
H12	1	1	0	0	0							
H13	1	1	1	1	0							
H14	1	1	1	1	1	1	0	0				
H15	1	1	1	1	1	1	1-P2	1-P2	1	1	1	11
H16	1	1	1	1	1	1	1	1	0			
H17	1	0										
H18	1	0										
H19	1	1	1	1	1	0						
H20	1	1	1	1	1	0						
H21	1	1	1	1	1	1	0					
H22	1	1	1	1	0							
H23	1	1	1	1	1-P3	1	1	1	1	1	1	11
H24	1	0										
H25	1	1	1	1	0							

Figura 12 Matriz de Inter-relação

**5.2.2.3 Verificar as premissas**

Durante a etapa de confronto das condições de contorno com as hipóteses surgiram oito dúvidas que poderiam se transformar em premissas. Porém no decorrer da análise, cinco delas foram descartadas por terem suas hipóteses de causas invalidadas nas condições de contorno subsequentes. Assim, apenas três mereceram a atenção do grupo para a investigação.

As premissas que foram tratadas estão listadas na tabela 11:

**Tabela 11 Premissas a serem validadas**

<b>P1</b>	Deve existir compensação de débito sem limite máximo no computador de bordo;
<b>P2</b>	A impureza deve se alojar no injetor por tempo suficiente para causar o problema e sair sem deixar vestígios.
<b>P3</b>	O problema deve ocorrer em injetores sensíveis à alta resistência (distância entre o magneto e a placa da agulha deve estar na tolerância mínima).

A partir deste resultado as premissas foram incluídas na LPA para averiguação.

<b>ALFA</b>							<b>LPA ref.: (MELTED PISTON - BETA)</b>			
Responsável: Moderador				Data da emissão: Dia 076		Última atualização: Dia 084		Folha: 1 / 1		
Item	Cód.	Ação	Resp.	Prazo	Sit.	Resultado				
01	---	Investigar se a falha ocorrida no campo (Europa) corresponde à falha apresentada nas bancadas da produção.	Eng 1 BETA	083	OK	Não foi possível comprovar a similaridade entre a falha apresentada no campo e a falha na BETA. Logo, <b>NÃO</b> deve fazer parte da condição de contorno.				
02	P1	Investigar a validade junto à Engenharia de desenvolvimento da ALFA - Europa	Eng 2 ALFA	084	OK	Existe limite máximo para a compensação de débito, então a premissa está invalidada e conseqüentemente as <b>hipóteses H02, H03 e H04 foram descartadas.</b>				
03	P2	Investigar a validade junto à Engenharia de desenvolvimento da ALFA - Europa	Eng 2 ALFA	084	OK	É <u>fato comprovado</u> que partículas travando o injetor aberto permanecem travadas dentro do mesmo; ensaio realizado com partículas ferrosas <200um confirma o Injetor como suficientemente robusto frente a estas impurezas. <b>A hipóteses H15 foi descartada.</b>				
04	P3	Investigar a validade junto à Engenharia de desenvolvimento da ALFA - Europa	Eng 2 ALFA	084	OK	<b>A hipótese H23 foi aceita pela Matriz através da validação da premissa.</b>				

**Figura 13 LPA – Lista de Pontos Abertos – 2ª. Edição**

**5.2.2.4 Priorizar a comprovação das hipóteses aceitas**

Como restou apenas uma hipótese, a H23, não há necessidade de priorização.

#### **5.2.2.5 Comprovar as hipóteses**

O grupo verificou que a seção transversal dos cabos do chicote que estava sendo utilizado na bancada de testes da produção era de diâmetro igual a 1,0 mm e o especificado pela empresa ALFA era de 2,5 mm. O grupo decidiu utilizar chicote de veículo por um período de tempo para validar a hipótese.

No dia 085 a falha foi reproduzida com a utilização de uma resistência de 0,5 ohm em regime de plena carga na rotação de potência após 10 min., com um injetor de um cilindro de motor já falhado.

Apesar de não se conseguir produzir 200 motores sem a ocorrência da falha (situação anterior) o representante da qualidade da BETA só aceitou a comprovação da hipótese após a fabricação de 810 motores, que segundo ele, era um número estatisticamente aceito. O grupo concordou com os valores.

No dia 107 a causa foi comprovada, segundo os critérios solicitados anteriormente.

### **5.2.3 FASE 3: A SOLUÇÃO**

#### **5.2.3.1 Discutir as soluções possíveis**

Só havia duas soluções possíveis: ou a empresa BETA utilizaria o chicote de veículo na bancada de testes, ou providenciaria um chicote de testes de produção dentro das especificações da ALFA. A segunda opção foi a escolhida.

#### **5.2.3.2 Criar um plano de ações**

Não foi necessária a criação de um plano de ações tendo em vista que só havia uma ação para ser realizada.

Já no dia 95 havia sido criada uma requisição interna para a confecção de chicotes para as bancadas de testes da produção.

## 5.2.4 FASE 4: A IMPLEMENTAÇÃO

### 5.2.4.1 *Implantar as ações conforme plano*

No dia 107 foram trocados todos os chicotes das bancadas de testes da produção. Como estes podem ser utilizados nas aplicações de motores com menores solicitações, não é preciso fazer qualquer tipo de identificação, pois a troca geral já funciona como uma espécie de Poka-Yoke (Dispositivo à prova de falhas).

## 5.2.5 FASE 5: A VERIFICAÇÃO

### 5.2.5.1 *Verificar a eficácia da Solução*

Depois da troca dos chicotes, foram produzidos mais de 3500 motores sem reincidência da falha. Foi comprovada a eficácia da ação.

### 5.2.5.2 *Realimentar o processo*

Todas as documentações que tratam das especificações dos chicotes de produção foram alteradas e tiveram a característica “diâmetro do cabo = 2,5mm” ressaltadas através de um “alerta da qualidade”.

Caso a causa-raiz não fosse comprovada, o processo deveria ser reiniciado pela reavaliação das condições de contorno.

### 5.2.5.3 *Relatar o caso*

O caso foi relatoriado pelo moderador (empresa ALFA) em inglês como havia sido negociado no início dos trabalhos.

Por questões limitantes explicadas no início deste capítulo o Relatório Final não poderá ser apresentado.

### 5.2.5.4 *Divulgar os resultados*

Foram enviadas as cópias do Relatório Final para as empresas:

- ◆ ALFA – Brasil;
- ◆ ALFA – Europa;

- ◆ BETA – Brasil;
- ◆ Montadora – Europa.

### 5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO

Diante do estudo de caso descrito neste capítulo, compreende-se que a metodologia proposta para identificação de causa raiz e solução de problemas complexos em processos industriais se mostrou um modelo eficaz para resolução de problemas desta natureza. Talvez, para alguém que tivesse lido o Relatório Final sem ter participado de todas as etapas da sua aplicação, poderia imaginar que a solução apresentada foi óbvia e fácil. Porém, só podem ser consideradas desta forma, quando resultam de um exaustivo trabalho de equipe na estruturação do problema tornando-o claro e evidente.

Quando se trata de problemas envolvendo outras empresas, nem sempre é simples se chegar a uma única causa. Isto pode ser agravado pela falta de habilidade do moderador em conduzir o grupo durante os trabalhos e pelo número de variáveis associados ao problema dificultando ao Time a identificação das causas.

Antes da aplicação da metodologia proposta, a empresa BETA havia feito uma série de testes e investigações a partir da utilização de uma metodologia mais aberta (8-D), buscando identificar a causa e reproduzir a falha. Da mesma forma, solicitou outras análises no sistema de injeção para a empresa ALFA. Foram testadas várias hipóteses envolvendo grandes somas monetárias sem encontrar a solução para o problema:

- ◆ Impureza do sistema de injeção (tubo de armazenagem, bomba, tubulação de alta pressão e injetores);
- ◆ Interferência do bico injetor com o furo de seu alojamento no cabeçote;
- ◆ Pistão com dimensional ou material inadequado.
- ◆ Injetor com dimensional, funcional ou material inadequado.
- ◆ Eixo de comando com ângulo fora do especificado.

- ◆ Junta de cabeçote com vazamento de compressão
- ◆ Arruela dos injetores com vazamento de compressão
- ◆ Cabeçote (válvulas e sede de válvulas) com vazamento de compressão.
- ◆ Sensor de pressão / temperatura do turbo inoperante ou ineficiente
- ◆ Torque de fixação do injetor excessivo
- ◆ Roda de pulso com divergências dimensionais.
- ◆ Computador de bordo com erro de programação.

Como a única hipótese que conseguiu ter a falha reproduzida foi a de impureza no sistema de injeção (embora em condições irreais) a empresa BETA solicitou a formação do grupo-tarefa com o intuito único de validar a hipótese e responsabilizar a ALFA pelas altas somas envolvidas. Se o problema fosse tratado com uma metodologia estruturada desde seu início, todos os testes realizados não precisariam ter sido feitos, mesmo porque, a causa-raiz não estava sendo considerada.

Por se tratar de uma aplicação em uma nova concepção de motor e a BETA ainda não dominar toda a tecnologia envolvida, ficou difícil identificar a causa-raiz. Como seus intervenientes imaginavam ter chegado a ela (impureza nos injetores) e tinham anunciado para o diretor geral da empresa, a certeza de que o problema já estava identificado e que o encontro comprovaria a “culpa” da ALFA, foi gerada uma componente política muito forte. Este fato dificultou muito o tratamento do problema.

Assim, no caso apresentado, buscou-se mostrar essa dificuldade durante a solução do problema. Como foi possível perceber, sem o auxílio das ferramentas e da metodologia proposta, dificilmente se conseguiria identificar, analisar e controlar o problema de maneira eficaz.

Buscando uma análise imparcial, foi feita uma pequena entrevista com alguns participantes do grupo que participou da atividade. Estas impressões foram extraídas dos componentes que representaram a empresa ALFA. Seguem alguns relatos:

- A) Na visão do gestor da qualidade do produto da empresa ALFA (Brasil) que contratou o recurso (o moderador) e não participou dos encontros do grupo-tarefa, a aplicação da metodologia proposta foi importante na

resolução do caso em questão, pois a relação cliente-fornecedor estava abalada. A hipótese tida como certa para o cliente, estava causando uma série de transtornos e gastos elevados. Citou: “A escolha e aplicação da metodologia proposta mostrou-se eficaz, pois em curto espaço de tempo, foi possível identificar a verdadeira causa-raiz, validá-la e implementar a solução. Mas, principalmente, comprovou-se a eficácia da metodologia pela invalidação da causa-raiz inicialmente direcionada pela empresa BETA”.

- B) Segundo o Engenheiro de Produto da ALFA (Brasil) que fazia parte do grupo-tarefa, a aplicação desta metodologia foi muito bem conduzida e mostrou-se eficaz na detecção da causa-raiz e solução do problema. Para ele, a neutralidade do moderador na condução dos trabalhos foi de vital importância para o resultado obtido, bem como o seu conhecimento profundo no que tange à metodologia utilizada. Ele afirmou: “O moderador precisa ser uma pessoa que entenda muito da metodologia e se possível, do problema a ser estudado, porém, ele deve manter-se neutro na questão da condução dos trabalhos para que o estudo não seja direcionado para um interesse pré-definido”.
- C) De acordo com o representante da qualidade do produto da ALFA (Brasil) no grupo-tarefa, o moderador não deve conhecer o produto e/ou processo para não influenciar ou comprometer o andamento dos trabalhos e sim a metodologia aplicada. Para ele, outro fator importante para o sucesso foi a formação do grupo de trabalho compreendendo todas as áreas envolvidas. Suas palavras: “A escolha desta metodologia foi importante e acertada para o início dos trabalhos. O papel do moderador conduzindo somente os trabalhos foi de fundamental importância para a solução do problema, já que o grupo era formado por especialistas do produto e do processo, envolvendo principalmente toda a cadeia de fabricação desde a engenharia de aplicação até a produção”.
- D) Complementando a visão dos participantes da ALFA (Brasil) como componentes do grupo-tarefa, o Engenheiro de Aplicação de Sistemas salienta a assertividade do moderador no decorrer das discussões em torno do tema, citando: “Para toda ferramenta de análise e solução de

problemas técnicos, em especial metodologias como a proposta, com diversos focos de investigação, a figura imparcial de um moderador toma caráter fundamental, mantendo clara a linha de raciocínio e de condução do método para o corpo técnico presente. Este trabalho evidencia o potencial desta ferramenta, quando aplicada de forma estruturada com foco na comprovação das hipóteses”.

Um aspecto importante para o sucesso da metodologia proposta é a dependência da figura do moderador. Uma das limitações deste trabalho foi a sua aplicação em apenas um caso. O moderador que atuou no estudo apresentado, foi o próprio proponente da metodologia. Este possui uma experiência de cerca de vinte anos ligados a indústria, dos quais cinco deles atuando na área técnica-comercial, cinco na área de qualidade e cerca de dez anos na área de engenharia de processos (produção). É técnico industrial mecânico, engenheiro mecânico, mestrando em gestão da produção e trabalha na ALFA a cerca de dez anos. Qual seria a formação necessária para um outro moderador obter os mesmos resultados? E o perfil psicológico deste ator? Que conhecimentos a respeito do produto seriam necessários? Estas são algumas perguntas que não puderam ser respondidas nesta dissertação.

Fica evidenciado que, ao buscar a excelência em produtos, processos e serviços, é essencial para uma empresa que a utilização de ferramentas e de metodologias, como a proposta nesta dissertação, passe a ser encarada como de grande auxílio para a solução de problemas industriais. Somente com o uso constante e a transformação da metodologia em uma rotina de solução de problemas, poder-se-á garantir a qualidade dos produtos, processos e serviços.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 CONCLUSÕES

Além de buscar soluções para resolver o problema, a Metodologia aplicada a uma situação prática, serviu também para verificar o que ocorre durante a sua utilização.

Ficou evidenciado neste trabalho, o entendimento de que as análises de problemas devem ser encaradas como oportunidades de aprendizado para seus intervenientes. E, também, que a aprendizagem deve ser tratada como elemento essencial na correta identificação e apreciação das situações problemáticas, deixando os intervenientes mais preparados para enfrentar situações complexas nas organizações, o que é um considerável fator competitivo. Para transformar o conhecimento tácito adquirido em conhecimento explícito e aumentar o ganho obtido, pode-se gerar um manual e um treinamento específico para divulgação da metodologia.

A aplicação da metodologia proposta possibilitou a negociação entre os atores do processo, proporcionando aprendizado e gerando conhecimento, possibilitando um melhor e maior entendimento do problema por parte dos atores.

Quando se coloca uma metodologia em prática, surge uma série de dificuldades que exigem adaptações ao modelo. Para o caso da BETA, não foi diferente. Para aplicar a Metodologia, houve uma série de barreiras que tiveram que ser transpostas. Dentre elas, o desconhecimento pelos atores da metodologia utilizada para a solução do problema em questão.

A aplicação da metodologia requer muita habilidade do moderador no que tange às exigências de tempo e ao tratamento do problema com uma forte interferência de fatores políticos. No entanto, a maioria das indústrias não dispõe de um profissional com este perfil para este tipo de função, fato que pode refletir as dificuldades a serem enfrentadas na aplicação de metodologias do gênero.

Num processo de análise e solução de problemas, a tarefa do moderador é, no mínimo, desafiadora. O moderador precisa atuar como mediador de conflitos, procurando fazer com que o grupo chegue a uma solução comum, além de canalizar

as informações de todos os envolvidos no processo em análise. Sob outro aspecto, ela é gratificante, pois os decisores, ao final do trabalho, ficaram entusiasmados com os resultados apresentados, colocados de forma tão clara no papel, e que resultaram, naturalmente, em uma solução simples.

Outro ponto a ser destacado é que a aplicação da metodologia proposta demonstrou-se bastante eficaz em situações onde exista a integração de vários componentes oriundos de diferentes fornecedores.

Quanto à aplicação da metodologia proposta ao problema em questão, esta se mostrou adequada em função dos resultados obtidos, porém no que diz respeito à condução prática da mesma, apresentou-se bastante complexa, principalmente na fase de confrontação das condições de contorno com as hipóteses levantadas. Isto se deu a partir da pré-disposição de alguns atores para comprovação de uma possível causa que não refletia a realidade dos fatos.

Esta dissertação apresentou um estudo de caso com a presença de duas organizações da cadeia de fornecimento da indústria automobilística para validar a aplicação de uma metodologia proposta para identificação da causa-raiz e solução de um problema complexo envolvendo processos industriais. Sendo assim, considera-se que seus objetivos foram atingidos.

## **6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Listam-se aqui algumas sugestões para trabalhos futuros:

- A) Analisar casos relacionados ao setor de serviços, reforçando que a Qualidade não está ligada somente aos produtos, mas também ao processo de gestão desenvolvido para geração dos mesmos.
- B) Criar um software que facilite a aplicação da Metodologia proposta, contendo todas as ferramentas que possam ser empregadas na solução de problemas.
- C) Fazer um estudo do comportamento das pessoas durante a execução de cada etapa do método, bem como do aprendizado gerado durante a aplicação da Metodologia Proposta para a Solução de Problemas.

- D) Outra sugestão é a aplicação da metodologia para solução de problemas complexos das diversas atividades que compõem o sistema produtivo (processos, qualidade, planejamento administrativo, logística, etc). Seria útil na formação de diagnósticos precisos. Modelos deste tipo poderiam servir como fontes de constante análise das diversas atividades das empresas. Muitas seriam as aplicações seja a nível operacional ou estratégico.
- E) Testar a utilização desta metodologia por gestores e administradores em geral sem o uso de um grupo-tarefa. Esta forma de estruturação de problemas, complexos ou não, pode facilitar o trabalho cotidiano destes profissionais.
- F) Avaliar a metodologia quanto à sua aplicabilidade em problemas triviais, gerados por causas comuns juntamente com a formação de grupos-tarefa envolvendo os atores ligados ao processo de chão de fábrica. A estruturação do problema nos casos que envolvem causas especiais é vital, porém nada impede que possa ser utilizada em rotinas diárias da produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Maria B. M., ARRUDA, Susana M. **Como fazer referências** (Bibliográficas, Eletrônicas e Demais Formas de Documentos). Florianópolis: UFSC, 2002. Disponível em: <[http://www. Bu.ufsc.br](http://www.Bu.ufsc.br) > Acesso em: 17 novembro de 2002.

ANDO, Y. **How to Improve Your Process Using "The QC Story" Procedure**. Tokyo: Juse Press, LTD. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação - Trabalhos Acadêmicos – Apresentação**: NBR 14724. Rio de Janeiro, 2002. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Numeração progressiva das seções de um documento**: NBR 6024. Rio de Janeiro, 1989-2002. 2 p.

BRASSARD, Michael. **Qualidade: Ferramentas para uma melhoria contínua**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1994.

CAMPOS, Vicente. F. **TQC - Controle da qualidade total: no estilo japonês**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1992.

CAMPOS, Vicente. F. **Gerencia da Qualidade Total Estratégia para aumentar a Competitividade da Empresa Brasileira**. Rio de Janeiro: Bloch, 1990.

CERVO, A. L., BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.

CHENG, L.C. et al. **QFD: planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

CHURCHILL, J. Complexity and Strategic Decision-Making. In: EDEN, C., RADFORD, J. **Tackling Strategic Problems**. London: Sage, 1990.

CLETO, M. G. **Proposta de estruturação da transferência de tecnologia intra-firma para produção no exterior em empresa brasileira: o caso da Metal Leve S.A.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1996.

- COSTA, A. P. **Metodologia multicritérios em apoio à decisão para seleção de cultivares de arroz para lavouras no sul do estado do rio grande do sul.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1996.
- CROSBY, Philip B. **Qualidade é Investimento.** 7 ed. Rio de Janeiro: José olympio, 1999.
- CROSBY, Philip B. **Qualidade: falando sério.** São Paulo: Mc Graw- Hill, 1990.
- CROSBY, Philip B. **Quality is Free.** New York: McGraw-Hill, 1979.
- DEMING, W. Edwards. **A nova economia para a indústria, o governo e a educação.** Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1997.
- DEMING, W. Edwards. **Qualidade: A Revolução da Administração.** Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.
- DEMING, W. Edwards. **Out of the Crisis.** Massachussets: MIT, 1982.
- FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total.** São Paulo: Makron Books, 1994.
- FEIGENBAUM, A. V. **Total quality control.** Singapura: McGraw-Hill, 1986.
- FORD Motor Company, **Training-manual for the G-8D Process.** Germany, 1999.
- GODFREY, A. B. **A Ciência da Qualidade.** São Paulo: Banas Qualidade, 2001. v.10.
- GRIFO, Equipe. **A metodologia de análise e solução de problemas.** 2 ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1997
- HOSOTANI, K. **The QC Problem Solving Approach Solving Worplace Problems the Japanese Way.** 3A Corporation, Tokyo, Japan, 1992.
- IMAI, M. **Kaizen - A Estratégia para o Sucesso Competitivo.** 5a ed. São Paulo: Iman, 1994.
- ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total à Maneira Japonesa.** Rio de Janeiro: Campus, 1993.

ISHIKAWA, Kaoru. **TQC – Total Quality Control – Estratégia e administração da Qualidade**. 1 ed. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

JENKINS, J. R. Graham. **Marketing and customer behavior**. New York: Pergamon Press, 1972.

JURAN, J. M. **A Qualidade desde o Projeto**, 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

JURAN, J. M. **Controle da qualidade Handbook**. São Paulo: Makron Books, 1992. vol. 4.

JURAN, J. M. & GRZYNA, F. M. **Controle da Qualidade - Handbook**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991. vol. 1.

JURAN, J. M. **Planejando para a Qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.

JURAN, J. M. **Quality Control Handbook**. New York: McGraw-Hill, 1974.

KEPNER, C. H., TREGOE, B. B. **O administrador racional - uma abordagem sistemática à solução de problemas e tomada de decisões**. São Paulo: Atlas, 1981.

KUME, H. **Métodos estatísticos para a melhoria da qualidade**. São Paulo: Editora Gente, 1993.

KUPFER, David. **Ciência e Tecnologia no Brasil: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio**. Rio de Janeiro: FGV, 1993. Vol. 2. Parte I.

LAKATOS, Eva M., MARCONI, Marina A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LUDKE, M., ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2002.

MAYON-WHITE, B. Problem-Solving in Small Groups: Team Members as Agents of Change. In: EDEN, C. & RADFORD, J. **Tackling Strategic Problems: the Role of Group Decision Support**. London: Sage Publications, 1990. p. 78-91.

MERRIAN, S. **Qualitative research and case study applications in education**. São Francisco: Jossey-Bass, 1998.

MILET, Paulo B., MILET, Evandro B. e PEREIRA Jr., Paulo J.C. **Os Princípios da Qualidade Total Aplicados à Informática**. Série Informática & Qualidade Total. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1993.

MONTIBELLER NETO, G. **Mapas Cognitivos: uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Problemas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1996.

MOURA, E. **As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1994.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da qualidade total - TQM: o caminho para aperfeiçoar o desempenho**. São Paulo: Nobel, 1994.

OLIVEIRA, Sidney T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. 2 ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1996.

PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade - Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

PALADINI, Edson P. **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. São Paulo: Atlas, 1994.

PALADINI, Edson P. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente**. São Paulo: Atlas, 1990.

PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma: Compreendendo o Conceito, as Implicações e os Desafios**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

PORTER, Michael E. **Estratégia competitiva**. 16 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

PRAHALAD, C. K. **Competindo pelo Futuro**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

PRAZERES, Mundin. **Dicionário de termos da qualidade**. São Paulo: Atlas, 1996.

ROSSATO, I. F. **Uma metodologia para análise e solução de problemas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1998.

ROY, B., VANDERPOOTEN, D. The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**. 1996. Vol. 5, p. 22-38.

SALERNO, M. S. **Projeto de organizações integradas e flexíveis – processos, grupos e gestão democrática via espaços de comunicação – negociação.** São Paulo: Atlas, 1999.

SCHERKENBACH, Willian W. **O caminho de Deming para a qualidade e produtividade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1990.

THOMAS, H., SAMSON, D. Subjective Aspects of the Art of Decision Analysis: Exploring the Role of Decision Analysis in Decision Structuring, Decision Support and Policy Dialogue. **Journal Operational Research Society.** 1986. Vol. 37, p. 249 - 265.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. **Normas para apresentações de trabalhos: gráficos.** Curitiba: Editora da UFPR, 2000. v. 10.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. **Normas para apresentações de trabalhos: redação e editoração.** Curitiba: Editora da UFPR, 2000. v. 8.

VIEIRA, Sonia, WADA, Ronaldo. **As 7 ferramentas estatísticas para o controle da qualidade.** 5 ed. Brasília: QA&T Consultores Associados Ltda, 1992.

WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos.** Belo Horizonte: EDG, 1995.

WHITE, A. **A melhoria contínua da qualidade.** Rio de Janeiro: Record, 1998.

WILLIAMS, R. L. Como Implementar a Qualidade Total na sua Empresa. Rio de Janeiro: Campus, 1995.