

**UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO
ENTRE FERRAMENTAS
PARA A MELHORIA CONTÍNUA**

***A PROPOSAL OF INTEGRATION
AMONG TOOLS FOR THE
CONTINUOUS IMPROVEMENT***

MARCELO GIROTO REBELATO

UNESP (Jaboticabal)

CLÁUDIA MELONI

UNESP (Jaboticabal)

ANDRÉIA MARIZE RODRIGUES

UNESP (Jaboticabal)

RESUMO

Na atualidade, a maioria das organizações que aplica os diferentes métodos voltados à gestão da qualidade não consegue entender como eles podem trabalhar de forma integrada. Essa falta de visão integrativa dificulta a ação gerencial. Este artigo tem o objetivo de explorar a integração entre métodos voltados à melhoria contínua da qualidade. Para isso, foram selecionados da literatura especializada os seguintes métodos: *brainstorming*, diagrama de afinidades, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama de relações, histograma, método de solução de problemas e FMEA. Buscou-se a integração entre as ferramentas de modo a encontrar a concatenação lógica entre suas entradas e saídas. Conclui-se que a abordagem integrativa proposta contribui para que as empresas não operem um gerenciamento fragmentado da qualidade.

Palavras-chave: ferramentas da qualidade, integração entre ferramentas da qualidade, melhoria contínua.

ABSTRACT

In the current days, most of the organizations that applies the different methods turned to the management of quality are not able to understand how they can work in the integrated form. This lack of integrative vision difficults the management action. This article has the objective to explore the integration between methods turned to the continuous improvement of quality. For this, the following methods were selected from the specialized literature: Brainstorming, Affinities Diagram, Ishikawa Diagram, Pareto Diagram, Relations Diagram, Histogram, Problem Solving Method and FMEA. It looked for the integration between the tools in order to find the logical concatenation between their entries and exits. It concludes that the proposed integrative approach contributes to the enterprises do not operate a broken quality management.

Keywords: *quality tools, integration between quality tools, continuous improvement.*

INTRODUÇÃO

Com o acirramento da competição entre as empresas, como consequência da economia globalizada, a questão da adequada abordagem da qualidade passou a ser uma necessidade de sobrevivência no mundo atual e, em virtude de tal constatação, a gestão da qualidade vem obtendo contínuos e gradativos aprimoramentos no tocante ao direcionamento da ação gerencial.

Na década de 50, surgiu a preocupação com a gestão da qualidade, o que trouxe nova filosofia gerencial com base no desenvolvimento e na aplicação de conceitos, ferramentas e técnicas adequadas a outra nova realidade. Dessa forma, a gestão da qualidade marcou o deslocamento da análise do produto ou serviço para a concepção de um sistema de qualidade. Esta deixou de ser um aspecto do produto e responsabilidade apenas de departamento específico. Passou a ser um problema da empresa, abrangendo, como tal, todos os aspectos de sua operação (LONGO, 1996).

Diante desse cenário, especialistas, organizações e governos estão empenhados em criar e utilizar ferramentas aplicadas à melhoria contínua da qualidade. Conforme Jha et al. (1996), a melhoria contínua busca incrementar a eficiência organizacional, a competitividade e a satisfação do consumidor por meio da identificação e solução de problemas. Nesse caminho de incrementar continuamente os processos, afirma Fernandes (2005) que existe uma grande diversidade de métodos atualmente disponíveis aos gestores. Para qualquer um dos processos da gestão da qualidade, pode-se encontrar uma ferramenta útil ao gestor. Entretanto, a maioria das organizações que aplica essas “iniciativas da qualidade” não consegue visualizar cada uma das ferramentas em foco e ao mesmo tempo visualizar o todo e entender como podem estas trabalhar em harmonia.

A falta de continuidade e dinamismo na aplicação dos métodos da qualidade pelas empresas se dá pelo fato de que cada método ou ferramenta foi criado a seu tempo, por uma organização específica (ou especialista distinto), que possuía um problema gerencial pontual e tinha o objetivo de saná-lo. Dessa forma, os métodos não contêm interfaces previstas de aplicação com outros métodos, tornando-se evidente o fato de que a falta de integração dificulta a ação gerencial. Portanto, as empresas que não conseguem visualizar as lacunas de integração que existem na grande variedade de métodos a serem aplicados e que não trabalham para repará-las, operam inevitavelmente um gerenciamento fragmentado (KELLER, 2003).

Diante da problemática apresentada, este artigo tem como objetivo identificar e explorar as interfaces entre as seguintes ferramentas para a melhoria contínua: *brainstorming*, diagrama de afinidades, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama de relações, histograma, método de solução de problemas e análise de modos e efeitos de falhas (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA), mostrando como essas podem se encadear efetivamente.

2 FUNDAMENTAÇÃO

A seguir, iniciando-se com o *brainstorming*, identificam-se as entradas, o tipo de processamento e as saídas de cada um dos oito métodos ou ferramentas selecionados para, em seguida, propor-se sua integração total.

2.1 BRAINSTORMING

O *brainstorming* é uma técnica de geração de ideias em grupo que envolve a contribuição espontânea de todos os participantes. Sua utilização propõe soluções criativas e inovadoras para os problemas, a qual tem o propósito único de produzir uma lista extensa de ideias que possa ajudar no desenvolvimento do tema (SEBRAE, 2005). Recomenda-se essa técnica para a geração de um grande número de ideias, a exploração de alternativas melhores e a identificação de oportunidades destacadas pelos que estão mais próximos de tal técnica (DELLATERI, 1996). Segundo Dellareti, a preparação de uma sessão de tempestade de ideias é constituída das seguintes etapas:

- a) seleção dos participantes – selecionar pessoas que possam contribuir para o tema que está sendo desenvolvido. Não se refere somente aos especialistas e sim a todos que possam trazer informações importantes;

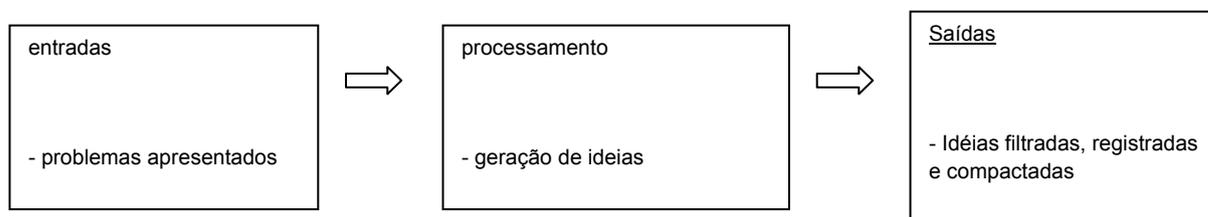
- b) circulação do enunciado – circular, entre os participantes, um enunciado, ainda que preliminar ao tema. Os participantes precisam de tempo para se familiarizar com o assunto da reunião, portanto o tema precisa ser explicado da forma mais geral possível, para evitar a criação de “linhas preferenciais de pensamento”, o que destrói o aspecto multidimensional.

Dellareti (1996) esclarece que, para o sucesso de uma sessão de *brainstorming*, é muito importante a condução deste e, para isso, os seguintes passos devem ser seguidos:

- apresentação das regras – logo no início da sessão, é conveniente que se apresentem aos participantes as regras que serão conduzidas a reunião;
- esquecer críticas – nenhuma oposição das ideias geradas pode ser utilizada;
- treino de aquecimento – convém conduzir um ou mais treinos de aquecimento, com problemas simples não relacionados ao tema principal;
- apresentação dos problemas – uma oportunidade de se eliminar dúvidas que qualquer participante porventura ainda tenha;
- geração de ideias – pode ser por rodízio (as ideias são geradas sequencialmente, numa ordem preestabelecida), por geração espontânea (as ideias são apresentadas espontaneamente pelos participantes, à medida que elas surgem);
- registro de idéias – conforme cada ideia for sendo gerada, deverá ser registrada e afixada de modo que seja perfeitamente visível a cada participante.

Encerrada a fase de geração, cada dado, correspondendo a uma ideia, deve ser analisado quanto à pertinência ao tema, sendo separados aqueles que parecem alheios a ele. Os dados úteis serão compactados. A figura 1 representa as entradas, processamento e saídas da técnica do *brainstorming*.

FIGURA 1 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDAS DO *BRAINSTORMING*



FONTE: Elaborado pelos autores

2.2 DIAGRAMA DE AFINIDADES

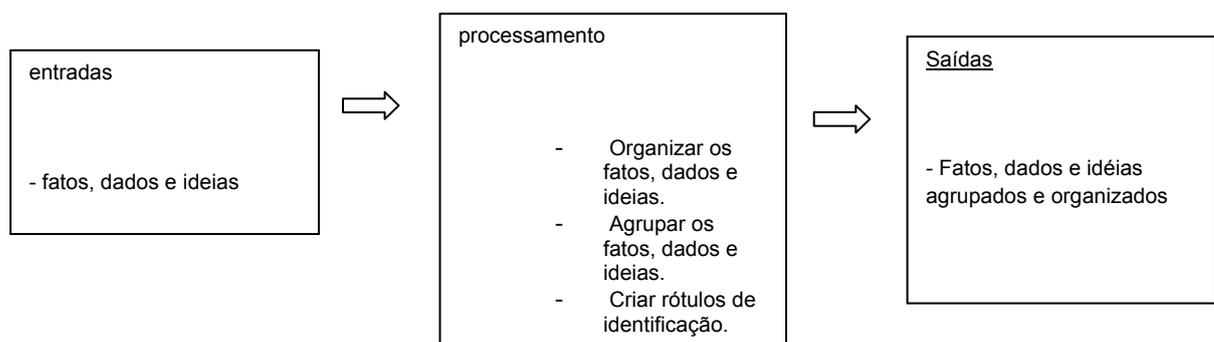
O diagrama de afinidades é designado para coleta de fatos, opiniões e ideias sobre áreas desconhecidas ou inexploradas. Quando as ideias formam um caos e quando o tema é muito amplo ou muito complexo, o diagrama de afinidades pode comportar-se como um “mapa geográfico”, permitindo que as diversas variáveis inerentes ao problema possam ser ordenadas e agrupadas de forma a facilitar a compreensão geral do problema e sua resolução (DELLARETI, 1996).

O diagrama de afinidades é uma representação gráfica de categorias originais ou criativas ou dimensões de ideias. Destina-se a reunir fatos e ideias acerca de áreas desconhecidas ou inexploradas que estão em completo estado de desorganização. Os dados compõem-se naturalmente de acordo com afinidade mútua. Assim, as áreas de dados se expressam em forma narrativa em vez de quantitativa (MIZUNO, 1993).

O desenvolvimento de um diagrama de afinidades envolve uma série de etapas (MOURA, 1994):

- a) escolher o tema – pode referir-se às situações de tipos (pensamentos, opiniões e ideias estão incertas e desorganizadas; situações de dificuldade de entendimento dos fatos, falta de unidade de um grupo heterogêneo para desenvolver um trabalho em equipe) e com isso favorecer o entendimento mútuo);
- b) coletar os dados verbais – podem ser fatos, pensamentos ou opiniões. Existem várias maneiras de se coletarem dados verbais, entre as quais o *brainstorming* é uma das técnicas de destaque;
- c) transferir os dados para cartelas – devem ser revisados de modo a conter ideias, opiniões e pensamentos individuais, na forma de frases independentes, com um único e claro significado, e deve-se usar uma cartela para cada frase;
- d) agrupar as cartelas – devem ser bem embaralhadas e espalhadas na superfície de trabalho, de modo que todos os membros do grupo possam lê-las;
- e) rotular os grupos de cartelas – devem receber rótulos que descrevam sua afinidade. Os rótulos são propostos e escolhidos por consenso, em equipe, após a leitura das cartelas;
- f) desenhar o diagrama – uma vez definidos os grupos, setas podem ser usadas para indicar as inter-relações entre os grupos e cartelas.

FIGURA 2 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDAS DO DIAGRAMA DE AFINIDADES



FONTE: Elaborado pelos autores

2.3 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO)

O diagrama de causa e efeito, conhecido como diagrama de Ishikawa, permite estruturar hierarquicamente as causas de determinado problema ou oportunidade de melhoria. Pode ser utilizado com outros propósitos, além do apresentado, por permitir estruturar qualquer sistema que resulte em uma resposta (uni ou multivariada) de forma gráfica e sintética (ISHIKAWA, 1982).

O diagrama de Ishikawa tem por objetivo a visualização de um processo, ou seja, o mapeamento entre uma série de fenômenos que se sucedem e que são ligados entre si pelas relações de causa e efeito (SELNER, 1999).

Com a forma de uma espinha de peixe, o modelo sugere quatro grandes grupos de causas que devem ser analisadas. Esses quatro grupos (também conhecidos como quatro Ms) são: materiais, mão de obra, métodos e máquinas. Versões mais recentes desse diagrama sugerem a análise orientada por seis grandes grupos de causa: materiais, mão de obra, métodos, máquinas, medidas e meio ambiente (VIEIRA, 1994).

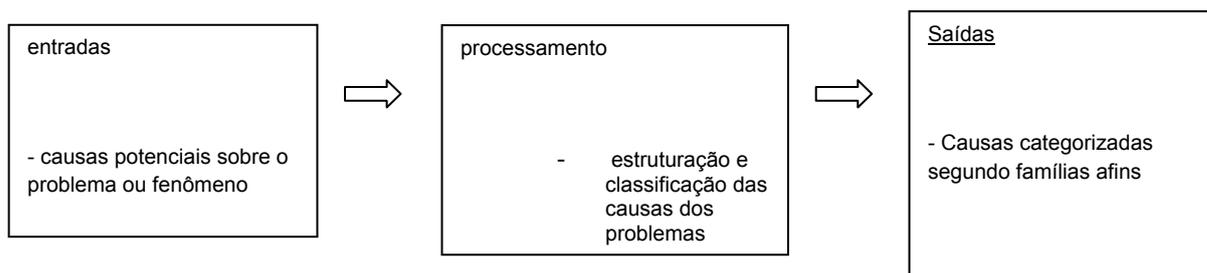
Para a construção de um diagrama de Ishikawa é necessário (SELNER, 1999):

- a) identificar o problema ou, inversamente, definir o objetivo a atingir;
- b) colocar o problema a identificar em uma caixa à direita;
- c) conduzir uma sessão com o grupo para formular e clarificar todas as causas e fatores que potencialmente influenciam o problema;
- d) verificar a identificação das verdadeiras causas e não apenas sintomas;

- e) reformular as causas e efeitos identificados de modo a garantir que são variáveis do processo;
- f) organizar as variáveis em grupos ou famílias afins, que relacionam estas entre si;
- g) colocar as variáveis no diagrama, de acordo com os grupos a que foram atribuídas;
- h) rever todos os ramos do diagrama, verificando se cada variável pode ser decomposta em subcausas.

As entradas, processamento e saídas do diagrama de causa e efeito estão representadas na figura a seguir.

FIGURA 3 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDAS DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA



FONTE: Elaborado pelos autores

2.4 DIAGRAMA DE RELAÇÕES

O diagrama de relações é uma ferramenta que, com base em uma ideia, um problema ou ponto considerado central, constrói um mapa de relações lógicas ou sequenciais entre fatores relacionados (LIMA, 2008). Este se inicia com uma ideia central, conduz à geração de grande quantidade de ideias e depois ao delineamento dos modelos observados.

Segundo Lima (2008), o diagrama de relações tem a finalidade de permitir o entendimento dos problemas que apresentam relações complexas de causa e efeito e relações complexas de meios para objetivos; viabilizar a adoção do pensamento multidirecional permitindo que se explorem possíveis círculos de causalidade entre as ideias geradas por um conjunto de pessoas; isolar os poucos elementos vitais para a situação em análise, identificando as distintas relações e instruindo todo o pessoal envolvido para que se entenda rapidamente o que é preciso ser feito.

Segundo Moura (1994), a sistemática de construção do diagrama de relações é:

- a) formação da equipe – o indicado é uma equipe multidepartamental e multidisciplinar de 4 a 6 pessoas;
- b) definição do tema – os participantes, por meio de um consenso, devem definir um tema (podem utilizar o *brainstorming* para isso);
- c) coleta de dados verbais – pode ser realizada de diversas maneiras, como, por exemplo, mediante *brainstorming*, diagrama de Ishikawa e diagrama de afinidades.

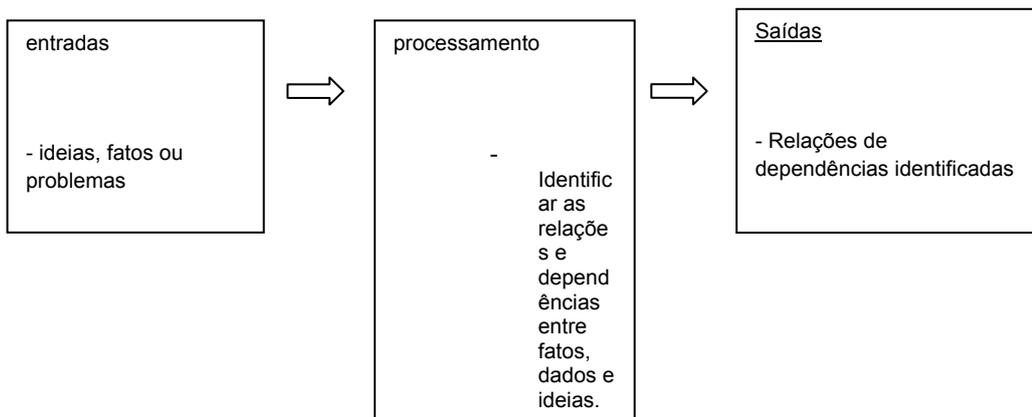
De acordo com Moura (1994), inicia-se a construção do diagrama com o espalhamento de cartelas (dados) sobre a superfície de trabalho. Escolhe-se uma cartela e faz-se a seguinte pergunta: “Esta cartela tem relação direta com as demais cartelas, influenciando ou sendo influenciada por elas?” Deve ser lido em voz alta, pelo líder, o conteúdo das cartelas, ao se buscar a relação entre elas. Ao identificar uma relação de uma cartela com outra, se deve traçar a seta causa-efeito ou meio-objetivo.

Devem-se evitar setas de duplo sentido para não gerar confusão. Todas as cartelas devem ser verificadas uma contra as outras, e o grupo deve revisar e aplicar correções, caso sejam

necessárias. Em seguida, é realizada a seleção dos itens críticos, verificando-se aqueles com maior número de setas saindo (tendem a ser causas primárias) ou com maior número de setas entrando (podem ser “gargalos”). Os itens críticos devem ser devidamente realçados, com contorno duplo (MOURA, 1994).

A figura a seguir ilustra as entradas, processamento e saídas do diagrama de relações.

FIGURA 4 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDAS DO DIAGRAMA DE RELAÇÕES



FONTE: Elaborado pelos autores

2.5 DIAGRAMA DE PARETO

O diagrama de Pareto é uma ferramenta utilizada para registrar e analisar dados relacionados a um problema de maneira a destacar áreas, entradas de dados ou questões mais importantes; além de revelar que um pequeno número de falhas, é responsável pela maior parte de custos com qualidade (SMITH, 1997). A análise de Pareto torna visivelmente clara a relação ação-benefício, ou seja, prioriza a ação que trará o melhor resultado.

O diagrama consiste em um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências da maior para a menor e permite a localização de problemas vitais e a eliminação de perdas. Pode ser constituído com base no custo, em vez da frequência, de eventuais ocorrências. Na realidade, a abordagem pelos dois ângulos pode ser útil, pois nem sempre os eventos mais frequentes ou de maior custo são os mais importantes (CALDEIRA, 2004).

O diagrama de Pareto revela que, em muitos casos, a maior parte das perdas que se fazem sentir são causadas por um pequeno número de defeitos considerados vitais (*vital few*). Os defeitos restantes, que dão origem a poucas perdas, são considerados triviais (*trivial many*) e não constituem qualquer perigo sério. Uma vez identificados os defeitos vitais, dever-se-á proceder à sua análise, estudo e estruturação de processos que conduzam à sua redução ou eliminação (NUNES, 2008).

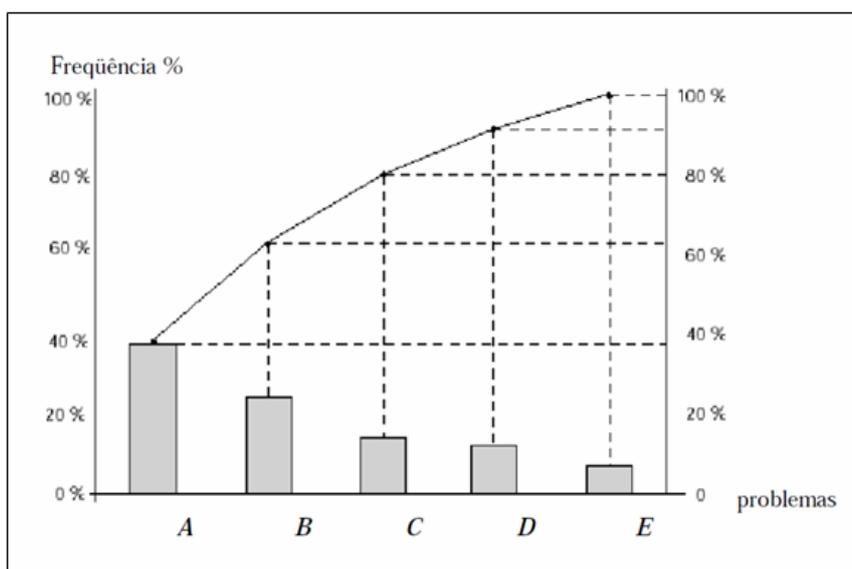
De acordo com Caldeira (2004), o diagrama de Pareto é utilizado para identificar os problemas; descobrir as causas que atuam em um defeito; visualizar melhor a ação; priorizar a ação; confirmar os resultados de melhoria; verificar a situação antes e depois do problema, em função das mudanças efetuadas no processo; detalhar as causas maiores em partes específicas, eliminando a causa; estratificar a ação; identificar os itens que são responsáveis pelos maiores impactos; definir as melhorias de um projeto, tais como principais fontes de custo e causas que afetam um processo na escolha do projeto, pelo número de não-conformidades.

Segundo Kume (1993), as etapas de construção do diagrama de Pareto consistem em:

- a) decidir quais problemas serão investigados, quais dados serão necessários e como serão classificados;
- b) determinar o método da coleta de dados e o período durante o qual serão coletados;
- c) criar uma folha de contagem de dados listando os itens, com espaço para registrar o número de vezes que cada item foi observado e o número total de observações;
- d) preencher a folha de contagem de dados;
- e) preparar uma planilha de dados para o diagrama de Pareto listando seus itens, suas observações individuais, suas observações acumuladas, as porcentagens sobre as observações gerais e as porcentagens acumuladas;
- f) dispor os itens em ordem decrescente de quantidade e preencher a planilha de dados para o diagrama;
- g) traçar dois eixos verticais (um eixo esquerdo com escala de 0 até o valor total geral e um eixo direito com escala de 0 a 100%) e um eixo horizontal dividido com número de intervalo igual ao número de itens da classificação;
- h) construir um diagrama de barras;
- i) desenhar a curva acumulada;
- j) anotar outras informações no diagrama, como, por exemplo, título, caso forem necessárias.

A figura a seguir ilustra um exemplo do gráfico de Pareto, em que se pode observar que as causas A, B, e C juntas representam 80% do problema em análise.

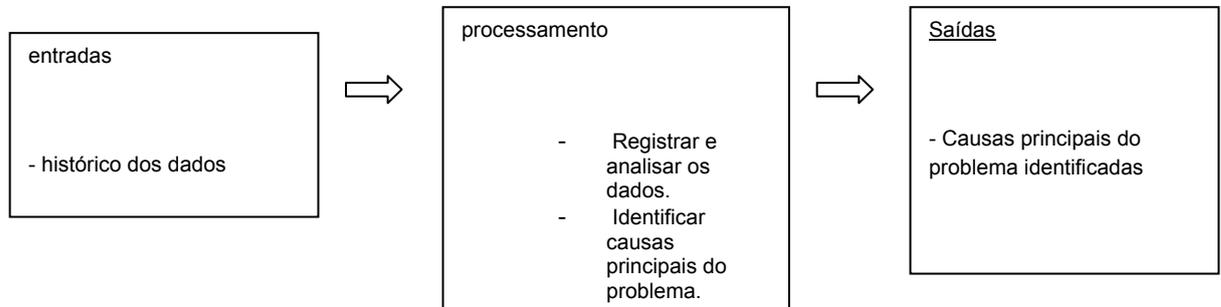
FIGURA 5 – DIAGRAMA DE PARETO



FONTE: EAP – FMUSP, 2010.

A próxima figura ilustra as entradas, processamento e saídas do diagrama de Pareto.

FIGURA 6 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDAS DO
DIAGRAMA DE PARETO



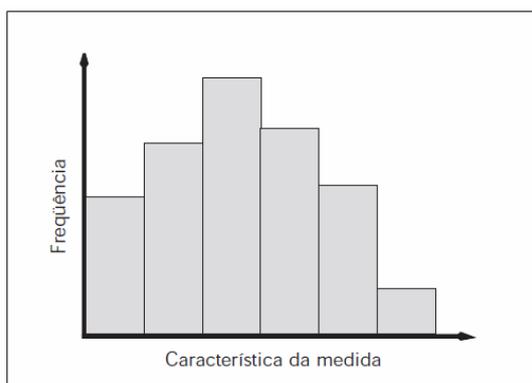
FONTE: Elaborado pelos autores

2.6 HISTOGRAMA

O histograma é um gráfico de barras verticais que apresenta valores de uma certa característica agrupados por faixas. É uma ferramenta que permite a visualização de uma grande quantidade de dados de amostra de uma população. É um método rápido para exame, que, por meio de uma organização de muitos dados, permite conhecer a população de maneira objetiva (KUME, 1993).

O histograma demonstra visualmente a variabilidade das medidas de uma característica do processo em torno da média, como na figura a seguir.

FIGURA 7 – EXEMPLO DE UM HISTOGRAMA



FONTE: EAP – FMUSP, 2010.

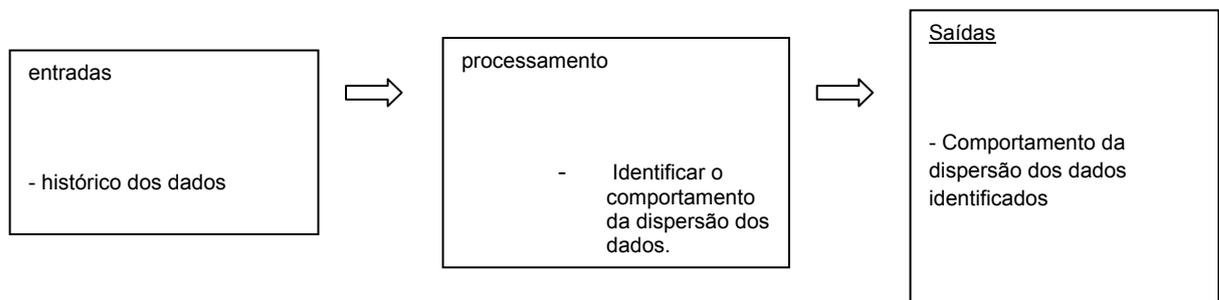
Segundo Kume (1993), as etapas de construção do histograma se constituem em:

- marcar o eixo horizontal com uma escala em folha de papel quadriculado, sendo essa escala baseada na unidade de medida dos dados e não nos limites de intervalo das classes;

- b) marcar o eixo vertical do lado esquerdo com uma escala de frequência e, se necessário, traçar o eixo vertical do lado direito com uma escala de frequência relativa;
- c) marcar os valores dos limites das classes no eixo horizontal;
- d) desenhar um retângulo cuja altura corresponda à frequência dessa classe, usando-se o intervalo de classe como base;
- e) traçar uma linha no histograma para representar a média e, se for o caso, os limites da especificação;
- f) anotar o histórico dos dados (período em que os dados foram coletados), a quantidade de dados, a média e o desvio-padrão numa área em branco do histograma.

A próxima figura exemplifica as entradas, processamento e saídas do histograma.

FIGURA 8 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDAS DO HISTOGRAMA



FONTE: Elaborado pelos autores

2.7 MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A solução estruturada de um problema é um modo sistemático de se usar fatos e dados para resolver problemas. A diferença fundamental entre a solução estruturada de um problema e outros métodos é a determinação da causa raiz, pois se esta não for eficazmente eliminada, o problema ocorrerá novamente, causando perdas de recursos usados na sua investigação (HOONEY; HOPEN, 2004).

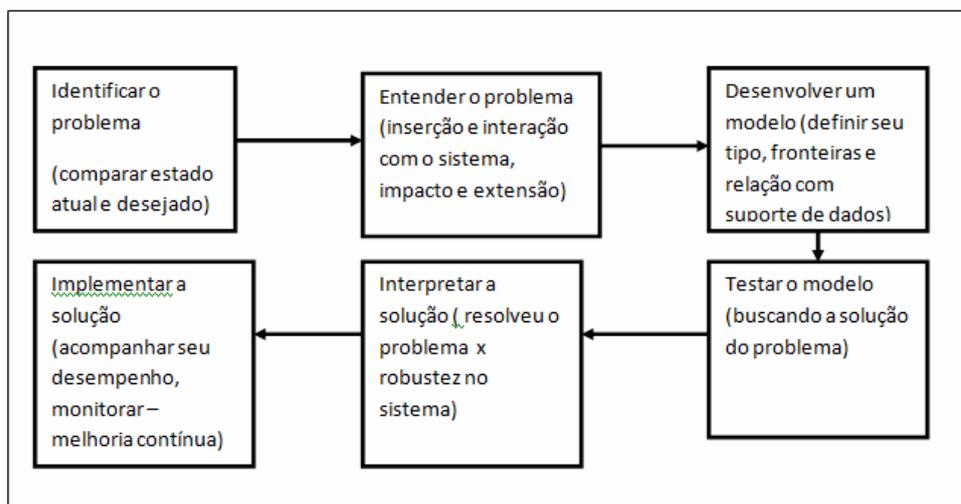
De acordo com Campagnaro (2007), existem diversas maneiras de representar um método de solução de problemas, e o desenvolvido por Sipper e Bulfin (1997) consiste em:

- a) identificar o problema – a identificação de um problema ocorre quando, ao comparar-se o estado desejado com o estado atual, se observa uma discrepância entre eles, a qual precisa ser corrigida;
- b) entender o problema – significa entender como o problema está inserido dentro de um sistema e sua interação com este, qual o impacto e extensão que tal problema causa no sistema, conceituando-se a questão como recorrente ou surgimento inicial;
- c) desenvolver um modelo – com base no entendimento pormenorizado do problema, desenvolve-se um modelo que o represente. Os modelos são desenvolvidos para testar uma alternativa e escolher a que melhor se adequou ao estudo, prever o comportamento de um sistema ou explorar questões do tipo “o que/se”. Para se desenvolver um modelo são precisos dados que auxiliam na identificação e entendimento do problema. Trabalham-se os dados para gerar informação;

- d) testar o modelo – ao testar o modelo e descobri-lo eficiente está-se indiretamente solucionando o problema. Se necessário, fazer ajustes no modelo;
- e) interpretar a solução – significa questionar se a solução proposta resolveu o problema e se é a mais robusta;
- f) estruturar a solução – acompanhar seu desempenho dentro do sistema e, se necessário, voltar aos passos anteriores para novos ajustes. Ao organizar a solução, torna-se possível um sistema de controle dessa solução, evitando-se repetição do problema, para se obter melhoria contínua do sistema.

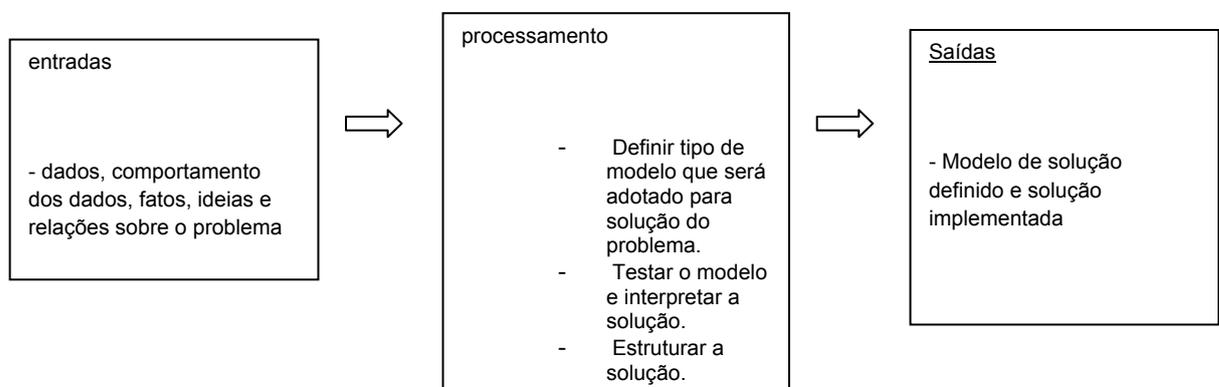
A figura 9 representa o método de solução de problemas com base em Sipper e Bulfin (1997). A figura 10 ilustra as entradas, processamento e saídas desse tipo de ferramenta.

FIGURA 9 – MÉTODO PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS
ADAPTADO DE SIPPER E BULFIN (1997)



FONTE: CAMPAGNARO, 2007, p. 91.

FIGURA 10 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDA DO MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS



FONTE: Elaborado pelos autores

2.8 FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

A análise FMEA é uma metodologia que objetiva avaliar e minimizar riscos por meio da determinação da causa e efeito, bem como risco de cada tipo de falha, com execução de ações para aumentar a confiabilidade. Pode-se aplicar a análise FMEA nas seguintes situações: para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos; para diminuir a probabilidade de falhas potenciais em produtos e processos já em operação; para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise de falhas que já ocorreram; para diminuir os riscos de erros e aumentar a qualidade em procedimentos administrativos (TOLEDO, 2009).

Conforme Stamatis (2003), o FMEA deve ser aplicado nas fases iniciais de projeto de sistemas, produtos, componentes, serviços ou processos e deve ser continuamente reavaliada durante toda a vida do sistema, produto, componente, serviço ou processo. O FMEA traz uma sequência sistemática de avaliar as formas possíveis pelas quais um sistema ou processo está mais sujeito a falhas. Essa ferramenta avalia a severidade das falhas, a forma como ocorrem e como eventualmente poderiam ser detectadas antes de ocasionarem reclamações do cliente. Assim, com base em três quesitos (severidade, ocorrência e detecção), o FMEA leva a uma priorização de quais modos de falha criam maior risco ao cliente.

O índice de severidade deve refletir a gravidade do efeito da falha sobre o cliente. Os efeitos das falhas devem ser examinados, classificando-se quanto ao grau de insatisfação que poderão trazer ao cliente. Deve-se correlacionar cada efeito a uma escala de severidade, geralmente escalonada de 0 a 10, com proporção direta entre o número da escala e a severidade correspondente. A tabela 1 demonstra um exemplo dessa relação para indústria automotiva (MIGUEL, 2001).

TABELA 1 – ÍNDICES DE SEVERIDADE

ÍNDICE	CRITÉRIO	OBSERVAÇÃO
1	sem gravidade	A ocorrência não causará nenhum efeito no sistema. O cliente não será capaz de notar a ocorrência da falha.
2	gravidade baixa	Os efeitos quase não são percebidos.
3		O cliente não notará perda de desempenho do sistema.
4	gravidade moderada	perda progressiva de desempenho
5		O cliente notará a falha e ficará insatisfeito.
6		
7	gravidade alta	baixa eficiência
8		O sistema poderá deixar de operar.
9	gravidade muito alta	O cliente perceberá a falha e ficará muito insatisfeito.
10		Pode envolver problemas de segurança.
		O cliente perceberá a falha e ficará muito insatisfeito.

FONTE: MIGUEL, 2001.

A possibilidade de ocorrência é uma estimativa de probabilidades combinadas de ocorrência de uma causa de falha e é determinada mediante uma “nota” para cada causa dessa falha. Se for um produto ou processo novo, esse índice poderá ser determinado por dados estatísticos ou relatórios de falhas de componentes similares. Se for um produto ou processo já existente, poderão ser utilizados relatórios de falhas internas, gráficos de controle, dados de fornecedores ou dados obtidos de controle estático do processo entre outros. A tabela 2 demonstra um critério de avaliação sugerido.

TABELA 2 – ÍNDICES DE OCORRÊNCIA

ÍNDICE	CRITÉRIO	PROBABILIDADE	OCORRÊNCIA
1	possibilidade remota	0	excepcional
2	possibilidade baixa	1 / 20.000	rara
3		1 / 10.000	
4	possibilidade moderada	1 / 2.000	ocasional
5		1 / 1.000	
6		1 / 200	
7	possibilidade alta	1 / 100	frequente
8		1 / 20	
9	possibilidade muito alta	1 / 10	inevitável
10		1 / 2	

FONTE: MIGUEL, 2001.

O índice de detecção, geralmente em escala numérica de 1 a 10, estima a probabilidade de detecção da causa/mecanismo potencial ou a habilidade dos controles previstos em projeto de detectar o modo de falha antes do sistema, subsistema ou componente ser liberado para a produção (MIGUEL, 2001). A tabela a seguir apresenta um exemplo.

TABELA 3 – ÍNDICES PARA DETECÇÃO

ÍNDICE	PROBABILIDADE DE DETECÇÃO OU PROBABILIDADE DO DEFEITO CHEGAR AO CLIENTE	
	1	muito alta
2	alta	6 – 15 %
3		16 – 25 %
4	moderada	26 – 35 %

5		36 – 45 %
6		46 – 55 %
7	baixa	56 – 65 %
8		66 – 75 %
9	muito baixa	76 – 85 %
10		86 – 100 %

FONTE: MIGUEL, 2001.

Calcula-se o número de prioridade de risco (RPN – *risk priority number*) para cada falha levantada. O método mais utilizado para se medir o risco associado a cada modo de falha é a multiplicação da pontuação dada para as classificações da severidade, ocorrência e detecção. Com isso, tem-se uma escala que vai de 1 a 1.000 pontos, sendo 1 (um) baixíssimo risco ao cliente e 1.000 um risco crítico MIGUEL (2001). Esse índice é calculado pelo produto dos três índices anteriores por meio da fórmula a seguir.

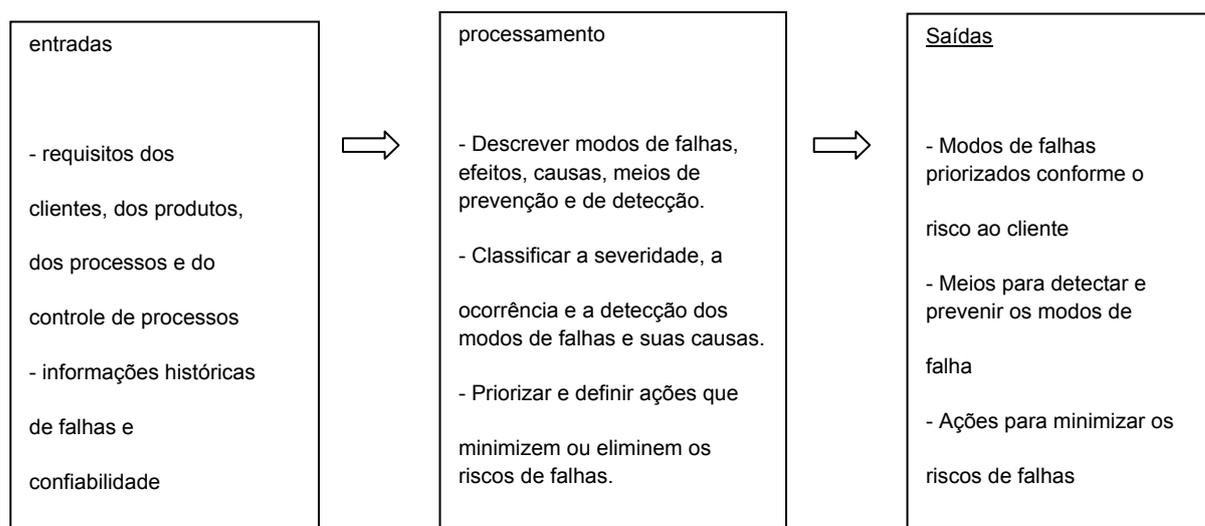
$RPN = O \times S \times D$, sendo:

RPN = número de prioridade de risco;
 O = possibilidade de ocorrência;
 S = índice de severidade;
 D = índice de detecção.

Após a priorização dos riscos, definem-se medidas para a redução ou eliminação dos maiores riscos. Segundo orientação do manual FMEA da QS9000 (CHRYSLER et al., 1997), deverão ser estabelecidas ações para pontuações acima de 125 ou quando a severidade for igual a 10.

Na próxima figura, podem-se visualizar as entradas, processamento e saídas da FMEA.

FIGURA 11 – ENTRADAS, PROCESSAMENTO E SAÍDAS DO MÉTODO FMEA



FONTE: Elaborado pelos autores

3 METODOLOGIA

Conforme Cervo e Bervian (2002), as pesquisas podem ser classificadas pela natureza, forma de abordagem, caráter do objetivo e procedimentos técnicos. Quanto à natureza, é um trabalho aplicado, isto é, tem os conhecimentos gerados aplicáveis em um problema prático. Quanto à forma de abordagem, pode-se classificar o trabalho como qualitativo, pois as avaliações e discussões são subjetivas e baseadas na interpretação dos fatos. No tocante ao objetivo, pode ser classificado como exploratório, pois, pela exploração das interfaces entre os métodos da qualidade, propõe-se a integração deles. Em relação aos procedimentos técnicos, é uma pesquisa bibliográfica. Para o alcance do objetivo traçado, seguiram-se as seguintes etapas de desenvolvimento:

- a) determinação da abrangência da abordagem integrativa. Aqui, tomou-se como linha de contorno da proposta de integração as ferramentas da qualidade mais úteis no processo de melhoria contínua da qualidade, ou seja, ferramentas direcionadas à coleta de dados, análise do problema, análise de falhas, solução de problemas e incremento da confiabilidade;
- b) identificação do funcionamento de cada método. A etapa foi realizada para a identificação das entradas, do tipo de processamento e das saídas de cada ferramenta;
- c) identificação e análise da integração entre os métodos. A análise foi conduzida com base na lógica de concatenação entre os requisitos de entrada de cada ferramenta e suas saídas, de modo a obter um quadro ou figura capaz de evidenciar como as ferramentas podem ser concatenadas mutuamente.

4 INTEGRAÇÃO ENTRE FERRAMENTAS

A figura 12 ilustra a integração entre as oito ferramentas destacadas. O processo integrado se inicia (olhando a figura de cima para baixo) com o *brainstorming*, que tem como sua entrada “problemas apresentados”, registrado na coluna “entradas externas” à direita do quadro. As entradas externas foram criadas de forma a diferenciá-las das “entradas internas”, que podem ser identificadas internamente no quadro. Por exemplo, “fatos, dados e ideias agrupados e organizados” são entradas internas das ferramentas: diagrama de relações, diagrama de Ishikawa e método de solução de problemas (conforme se pode verificar pelas setas).

Voltando ao *brainstorming*, seu processamento se dá na forma de “geração de ideias”, de maneira que suas saídas (“ideias filtradas, registradas e compactadas”) se constituem automaticamente em entradas para o diagrama de afinidades.

O diagrama de afinidades, por sua vez:

- a) organiza os fatos, dados e ideias;
- b) agrupa os fatos, dados e ideias;
- c) cria rótulos de identificação.

Esse processamento do diagrama de afinidades tem como saídas “fatos, dados e ideias agrupados e organizados”.

Seguindo a figura 12, vem o diagrama de relações, o qual tem como entradas a apresentação dos problemas (entrada externa), as saídas do *brainstorming* e as saídas do diagrama de afinidades. O diagrama de relações identifica as relações e dependências entre fatos, dados e ideias (processamento) para gerar as saídas as “relações de dependência identificadas”.

Depois, vem o histograma, que tem como entrada externa o “histórico dos dados”. O histograma identifica o comportamento da dispersão dos dados (processamento) para gerar as saída “comportamento da dispersão dos dados identificados”.

O diagrama de Pareto, a seguir, tem como entrada o “histórico dos dados” (entrada externa). O diagrama de Pareto registra e analisa os dados, bem como identifica as causas principais do problema. Como saídas, ele gera as “causas principais do problema identificadas”.

O diagrama de Ishikawa (causa e efeito) tem como entradas: as saídas do *brainstorming*, as saídas do diagrama de afinidades, as saídas do diagrama de relações, as saídas do histograma e as saídas do diagrama de Pareto. O diagrama de Ishikawa estrutura e classifica as causas dos problemas (processamento) para gerar como saídas as “causas dos problemas, classificadas segundo famílias afins”.

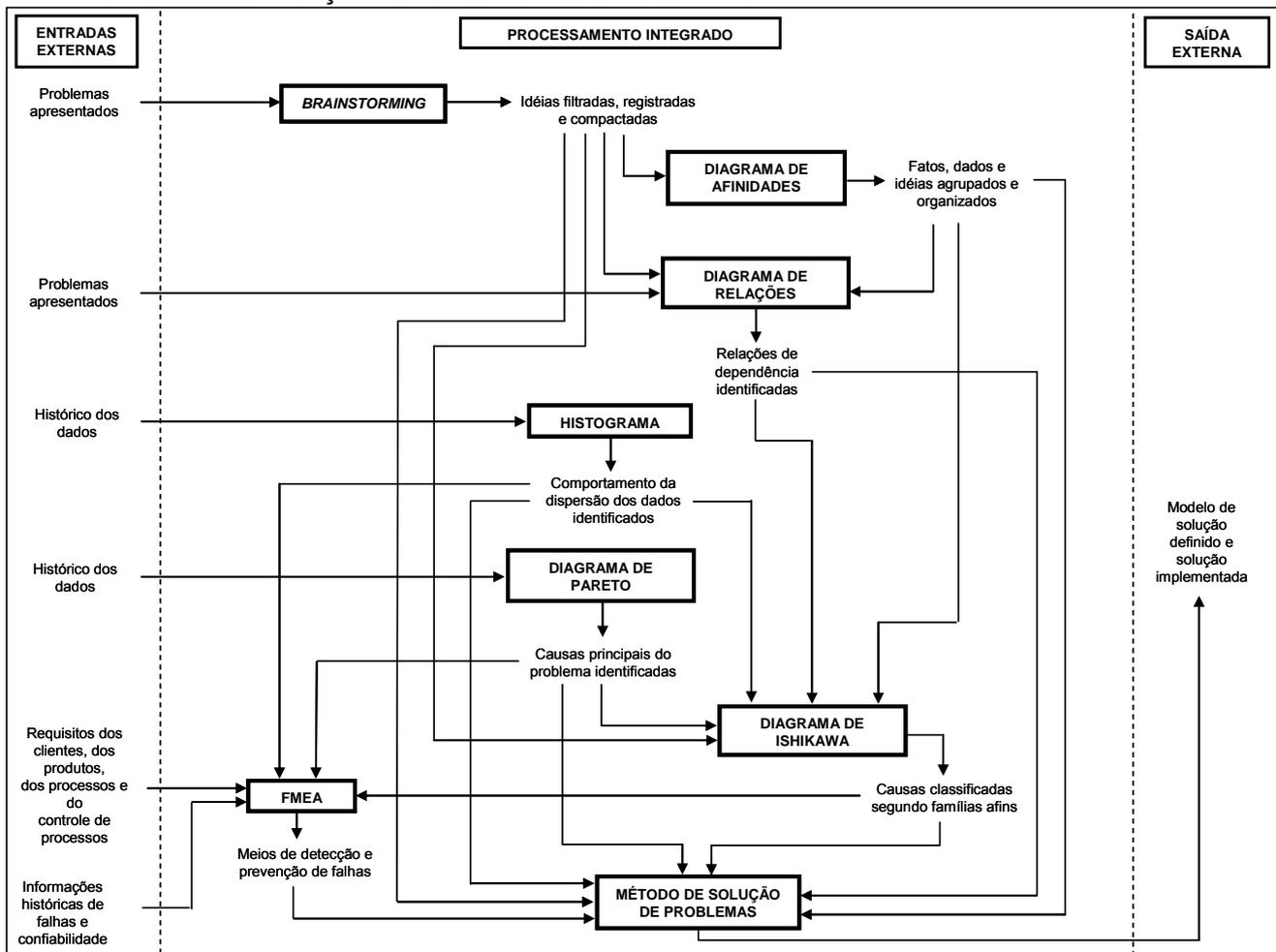
Abaixo vem o FMEA, o qual tem como entrada externa as “informações históricas sobre falhas e sobre confiabilidade” e “os requisitos dos clientes, dos produtos, dos processos e do controle de processos”. Tem como entradas internas as saídas do histograma, as saídas dos diagrama de Pareto e as saídas do diagrama de Ishikawa. O FMEA descreve modos de falhas, efeitos, causas, meios de prevenção e de detecção; classifica a severidade, a ocorrência e a detecção dos modos de falhas e suas causas; prioriza e define ações que minimizem ou eliminem os riscos de falhas. O FMEA tem como saídas os “meios de detecção e prevenção de falhas”.

Em último lugar, vem o método de solução de problemas, que tem como entradas as saídas de todas as ferramentas anteriores. O método de solução de problemas:

- a) define o tipo de modelo de solução do problema que será adotado;
- b) testa o modelo e interpreta a solução;
- c) estrutura a solução.

Como saída do método de solução de problemas, tem-se um modelo de solução definido e, finalmente, a solução estruturada para o problema. Note-se que a saída do método de solução de problemas é a única saída (saída externa) de todas as ferramentas integradas.

FIGURA 12 – INTEGRAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS



FONTE: Elaborado pelos autores

5 CONCLUSÕES

As diferentes ferramentas voltadas ao planejamento e controle da qualidade, disponíveis aos gestores, se, por um lado, se mostram eficazes na realização de objetivos, por outro lado, são tratadas de forma individual. Sem a integração entre elas, o gerenciamento da qualidade tende a ser um processo fragmentado, incompleto e pouco eficiente. Essas ferramentas, da forma individual como foram propostas, necessitam de interfaces com outras ferramentas.

A abordagem de integração aqui proposta vem ao encontro dessa necessidade gerencial, na medida em que identifica e explora as possibilidades de entrelaçamento entre as ferramentas apontadas. Trata-se de uma abordagem integrativa de ampla aplicação, ou seja, que se ajusta tanto em ambientes de manufatura quanto em ambientes de prestação de serviços.

Entre todas as ferramentas propostas, destaca-se a importância da análise FMEA e o método de solução de problemas, pois são as ferramentas que apresentam o maior número de entradas dentre todas as outras e são as únicas que interferem diretamente no processo. Dessa forma, são os métodos mais impactantes na melhoria contínua, cerne do movimento da qualidade total. Por essa interferência direta no processo, são “ferramentas-fim”, enquanto as demais ferramentas, *brainstorming*, diagrama de afinidades, diagrama de relações, diagrama de Pareto, histograma e diagrama de Ishikawa fornecem resultados parciais: informações que devem ser analisadas e processadas e levadas adiante para se obter o fim preconizado pela melhoria contínua – uma solução estruturada do problema.

O FMEA é a única ferramenta que atua efetivamente em falhas potenciais, além de analisar o prejuízo que a falha pode causar, a possibilidade de ocorrência da falha e como essa falha pode ser detectada antes que o produto chegue ao cliente. Por outro lado, o método de solução de problemas desenvolve um modelo para testar uma alternativa de solução e escolher a que melhor se adequou ao estudo e prever o comportamento do sistema. Dessa forma, ao se testar o modelo e descobri-lo eficiente, indiretamente se soluciona o problema.

Quando a abordagem integrada estiver sendo executada com vistas a corrigir pequenos erros ou falhas, isto é, atuando sobre o sistema produtivo (que se descontrolou), para que os processos voltem aos padrões operacionais previamente definidos, o processamento integrado estará agindo no que se pode denominar “melhoria de controle”. Ao aplicar-se a abordagem integrativa em processos originalmente ruins (processos originalmente incapazes) com o objetivo de melhorar esses processos em termos da redução da sua variabilidade, o enfoque da melhoria contínua é o de “melhoria reativa”. De outra maneira, a abordagem integrativa pode ser utilizada no estudo de problemas potenciais que concernem ao atendimento das expectativas dos clientes. Esse tipo de melhoria será classificado como melhoria proativa.

REFERÊNCIAS

CALDEIRA, O. F. **Uso de ferramentas da qualidade na melhoria dos processos de fabricação de tubos PVC extrudados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação, UNESP, Ilha Solteira, 2004.

CAMPAGNARO, C. A. **Proposição de uma estrutura referencial para tratamento de não-conformidades em componentes produtivos do setor automotivo**. 1990. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação, PUCPR, Curitiba, 2007.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHRYSLER CORPORATION; FORD MOTOR COMPANY; GENERAL MOTORS CORPORATION. **Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan**. IQA, 1997.

DELLARETI, F. O. **As sete ferramentas do planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

EAP – FMUSP: **Estudo e análise de problemas**. Faculdade de Medicina da USP. Disponível em: <www.saudepublica.bvs.br>. Acesso em: 5 jan. 2010.

FERNANDES, M. **Uma proposta de integração entre métodos para o planejamento e controle da qualidade**. 2005. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação, PUCPR, Curitiba, 2005.

ISHIKAWA, K. **Guide to quality control**. Tokyo: Kraus Asian Productivity Organization, 1982.

JHA, S.; NOORI, H.; MICHELA, J. The dynamics of continuous improvement: aligning organizational attributes and activities for quality and productivity. **International Journal of Quality Science**, v. 1, n. 1, p. 19-47, 1996.

KELLER, C. W. QOS – a simple method for a big or small. **Quality Progress**, Chicago, v. 36, n. 9, p. 28-39, July 2003.

KUME, H. **Métodos estatísticos para a melhoria da qualidade**. 7. ed. São Paulo: Gente, 1993.

LIMA, T. F. O. **As sete ferramentas gerenciais da qualidade**. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/6614752/As-Sete-Ferramentas-Gerenciais>>. Acesso em: 4 jan. 2010.

LONGO, R. M. J. **Gestão da qualidade: evolução histórica, conceitos básicos e aplicação na educação**. Seminário “Gestão da Qualidade na Educação: em busca da excelência”. Texto para discussão n. 397. Brasília, 1996.

MIGUEL, Paulo A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2001.

MIZUNO, S. **Gerência para a melhoria da qualidade: as sete novas ferramentas de controle da qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 1993.

MOURA, Eduardo. **As sete ferramentas gerenciais da qualidade: implementando a melhoria contínua com maior eficácia**. São Paulo: Makron, 1994.

NUNES, P. **Conceito do diagrama de Pareto**. 2008. Disponível em: <<http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/diagramadepareto.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

ROONEY, J.; HOPEN, D. On the trial to a solution: part 2 – what is in? what is out? Defining your problem. **The Journal for Quality and Participation**, v. 27, n. 4, p. 34-37, 2004.

SEBRAE. **Manual de ferramentas da qualidade**. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/FerramentasDaQualidadeSEBRAE.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2009.

SELNER, C. **Análise de requisitos para sistemas de informações, utilizando as ferramentas da qualidade e processos de software**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação, UFSC, Florianópolis, 1999.

SIPPER, D.; BULFIN, R. **Production**: planning, control and integration. Singapore: McGraw-Hill, 1997.

SMITH, S. **Resolva o problema**: ferramentas testadas e aprovadas para o aprimoramento contínuo. 2. ed. São Paulo: Clio, 1997.

STAMATIS, D. H. **Failure mode and effect analysis**: FMEA from theory to execution. 2. ed. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2003.

TOLEDO, J. C; AMARAL, D. C. **FMEA**: análise do tipo e efeito de falha. Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade – UFSCAR. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

VIEIRA, S. R. W. **As 7 ferramentas estatísticas para controle da qualidade**. Brasília: QA&T Consultores Associados, 1994.