

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CHRISTIAN CHIAROT

**Aplicação das técnicas de Metodologia do Valor no
processo administrativo de montagem de equipamentos.**

São Paulo, 2008

CHRISTIAN CHIAROT

Tema

**Aplicação das técnicas de Metodologia do Valor no
processo administrativo de montagem de equipamentos.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Mestre
Profissional em Engenharia Automotiva.

Área de concentração:
Engenharia Automotiva

Orientador:
Prof. Dr. Marcelo Massarani

São Paulo, 2008

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a meus pais e às pessoas que sempre me apoiaram.

RESUMO

O objetivo desse trabalho é apresentar um modelo de aplicação da metodologia da AV/EV (Análise do Valor/Engenharia do Valor) para processo de rotinas administrativas de uma empresa. Trata-se da aplicação e avaliação desse modelo em um processo administrativo através de um estudo de caso. O estudo de caso foi realizado em uma empresa que possui uma linha de montagem de equipamentos para o setor de mineração e construção civil. O estudo foi realizado em fases, sendo a primeira etapa o levantamento das informações, ou seja, quais recursos administrativos estavam sendo utilizados. A segunda etapa foi relacionar as funções desses recursos e seu grau de importância segundo os critérios da AV/EV. A terceira etapa foi verificar a correlação das funções e custo agregado a cada uma delas, com isso pode-se verificar qual era a função mais relevante que apresentou um grande valor agregado. A quarta etapa foi construir o diagrama FAST (Function Analysis System Technique) denominado árvore funcional, avaliar o processo em estudo e buscar alternativas que possam executar a função com grande valor agregado com menor custo e com melhor desempenho. A partir dos resultados obtidos da AV/EV utilizados nas quatro fases mencionadas, verificou-se que melhorar o sistema de administração da produção conhecido como MRP II poderia ser a ferramenta implantada no processo para reduzir custos e melhorar o desempenho. Com isso os resultados da implantação do sistema MRP II foram apresentados e verificou-se que a redução do nível de estoque e o fluxo de material tornaram-se mais eficientes melhorando assim o desempenho da função identificadora que era aumentar a produtividade. Finalmente o modelo da aplicação da metodologia foi avaliado, levando-se em consideração os pontos fortes e pontos fracos da utilização da metodologia AV/EV em um processo administrativo.

Palavras-chave: Metodologia do Valor. Montagem de equipamentos. Rotinas administrativas. MRP II.

ABSTRACT

The objective of this work is to present a model of application of AV/EV (Analysis of the Value/Engineering of the Value) methodology in a company with administrative routines. One is about the application and evaluation of this model in an administrative proceeding through a case study. The case study it was carried through in a company where there is an assembly line of equipment for mining and construction sector. The study was carried through in phases, first stage was to collect information, which administrative remedies were being used. The second stage was according to relate the functions of these resources and its degree of importance criteria of the AV/EV. The third stage was to verify the correlation of the functions and aggregate cost to each one of them, it was possible to verify which function were more relevant and has a great aggregate value. The fourth stage was to construct diagram FAST (Function Analysis System Technique) called functional tree, to evaluate the process in study and to search alternatives that can execute the function with great value added with lesser cost and better performance. From the gotten results of the AV/EV used in the four mentioned phases, it was verified that to improve the administration system, one system known as MRP II could be the tool implanted in the process to reduce costs and to improve the performance. The results of the implantation of system MRP II had been presented and were verified that the warehouse level was reduced and the material flow had become more efficient thus improving the performance of the identification function that was to increase the productivity. Finally the model of the application of the methodology was evaluated, taking in consideration the strong points and weak points of the use of methodology AV/EV in an administrative proceeding.

Key-words: Methodology of the Value. Assembly of equipments. Administrative routines. MRP II..

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Britadores utilizados na indústria de mineração e construção.....	11
Figura 2.2 - Principais componentes dos britadores.....	12
Figura 2.3 - Ilustração de uma instalação de britagem.....	13
Figura 2.4 - Estrutura da empresa em estudo.....	14
Figura 2.5 - Gráfico de evolução do volume de produção	15
Figura 3.1 - Regra para estabelecer lógica entre as funções	19
Figura 3.2 - Fluxograma do modelo de aplicação	22
Figura 4.1 - Diagrama FAST e caminho crítico do processo	35
Figura 4.2 - Arquitetura de um sistema ERP.....	44
Figura 4.3 - Abrangência do MRP e do MRP II	48
Figura 4.4 – Ciclo de trabalho	54
Figura 4.5 - Média mensal de produção.....	55
Figura 4.6 - Crescimento mensal de produção	55
Figura 4.7 - Evolução do estoque	56
Figura 5.1 - Fluxograma do novo modelo de aplicação	62
Figura 5.2 - Posicionamento das propostas de melhoria	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Pesos aproximados dos britadores.....	12
Tabela 3.1 - Classificação do grau de impacto.....	25
Tabela 4.1 - Custo agregado para os componentes.....	26
Tabela 4.2.- Funções dos componentes do processo	28
Tabela 4.3 - Critério de distribuição do custo para o componente “estoque”.....	29
Tabela 4.4 - Critério de distribuição do custo para os componentes “escritório e “montagem”.....	30
Tabela 4.5 - Critério de distribuição do custo para o componente “sistema de informações.....	30
Tabela 4.6 - Fontes que geram custos do subgrupo cinco.....	31
Tabela 4.7 - Distribuição das funções	31
Tabela 4.8 - Critério de distribuição do custo para o componente “pessoal”	31
Tabela 4.9 - Funções e critério de custo alocado	32
Tabela 4.10 - Correlação das funções custo agregado	33
Tabela 4.11 - Similaridades entre TQM, Seis Sigma e Produção Enxuta	42
Tabela 4.12 - Avaliação das formas de melhoria das funções e Produção Enxuta...52	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV/EV	– Análise do Valor/Engenharia do Valor
FAST	– Function Analysis System Technique
MRP	– Materials Requirement Planning
MRP II	– Manufacturing Resources Planning
I/A	– Identificadora/Agregada
U/E	– Uso/Estima
R/IR/IN	– Relevante/Irrelevante/Indesejável
TQM	– Total Quality Management
PDCA	– Plan Do Check Act
MASP	– Método de Análise e Solução de Problemas
CEP	– Controle Estatístico de Processo
GAO	– General Accounting Office
JIT	– Just in Time
NIST	– National Institute of Standards and Technology
PDSA	– Plan Do Study Act
DMAMC	– Definir Medir Analisar Melhorar Controlar
ERP	– Enterprise Resource Planning
ASP	– Application Service Providers
APS	– Advanced Planning and Scheduling
MPS	– Manufacturing Planning and Scheduling
MES	– Manufacturing Execution System
SAP	– Systeme, Anwendungen, und Produkte in Datenverarbeitung

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

2 SITUAÇÃO INICIAL

3 ANÁLISE DO VALOR/ENGENHARIA DO VALOR

3.1 DEFINIÇÃO

3.2 FUNÇÕES

3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES

3.3.2 Funções de uso e de estima – U/E

3.3.3 Funções relevantes, irrelevantes e indesejáveis - R/IR/IN

3.4 CORRELAÇÃO DAS FUNÇÕES

3.5 DIAGRAMA FAST

3.6 MODELO DE APLICAÇÃO

3.6.1 Primeira Etapa: Definição dos componentes

3.6.2 Segunda Etapa: Classificação das funções

3.6.3 Terceira Etapa: Correlação das funções

3.6.4 Quarta Etapa: Diagrama FAST

3.6.5 Quinta Etapa: Pesquisa na Literatura das formas de melhoria

3.6.6 Tomada de Decisão

4 ESTUDO DE CASO

4.1 PRIMEIRA ETAPA: DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES

4.2 SEGUNDA ETAPA: CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES

4.3 TERCEIRA ETAPA: CORRELAÇÃO DAS FUNÇÕES

4.4 QUARTA ETAPA: DIAGRAMA FAST

4.5 QUINTA ETAPA: SUGESTÕES DE MELHORIA

4.5.1 TQM, 6 sigma e Lean

4.5.2 TQM Total Quality Management (Gerenciamento Total da Qualidade)

4.5.3 Seis sigma

4.5.4 Produção enxuta

4.5.5 Similaridades entre TQM, Seis Sigma e Lean

4.5.6 Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP)

4.5.7 MRP – Planejamento de Necessidade de Materiais

4.5.8 MRP - II – Manufacturing Resources Planning

4.6 SEXTA ETAPA: TOMADA DE DECISÃO

4.7 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

5 ANÁLISE DO MODELO

5.1 PRIMEIRA ETAPA

5.2 SEGUNDA ETAPA

5.3 TERCEIRA ETAPA

5.4 QUARTA ETAPA

5.5 QUINTA ETAPA

5.6 SEXTA ETAPA

5.7 NOVO MODELO DE APLICAÇÃO PROPOSTO

6 CONCLUSÕES

7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

REFERÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

O mundo corporativo é cada vez mais competitivo e isso impulsiona as empresas a estarem constantemente buscando inovações e resolução de problemas para que os competidores não tomem seus lugares no mercado ou os clientes não tenham mais interesse em adquirir seus produtos ou serviços.

Porter (1990)

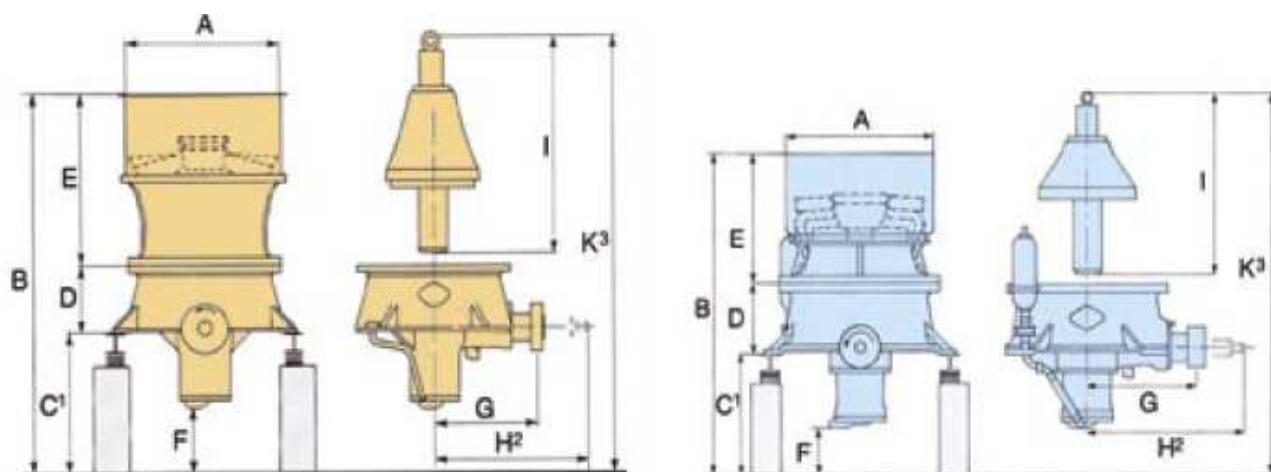
“...A questão chave para uma organização é buscar (perseguir) sempre fatores diferenciais como a criatividade, a inovação e a Qualidade como elementos de auto-afirmação, com o intuito de projetá-la como empresa dinâmica, resultado do estabelecimento de estratégias bem sucedidas. Já uma empresa que tenta implantar algumas estratégias, sem consegui-las na sua totalidade, não possui nenhuma vantagem competitiva. Terá um desempenho medíocre, muito abaixo da expectativa gerada, facilitando a evolução da concorrência”.

O objetivo desse trabalho é apresentar um modelo de aplicação da metodologia da AV/EV (Análise do Valor/Engenharia do Valor) para processo de rotinas administrativas de uma empresa e avaliá-lo através de um estudo de caso. A metodologia normalmente é aplicada em análise de bens e produtos, e aqui nesse trabalho foi aplicada em um processo administrativo. A partir dos resultados obtidos com a aplicação da AV/EV algumas propostas de soluções serão avaliadas. O modelo da aplicação da metodologia será avaliado, levando-se em consideração os pontos fortes e pontos fracos da utilização da metodologia AV/EV em um processo administrativo.

A metodologia do valor teve seu início no meio da 2ª guerra, principalmente em função da necessidade de busca de novos materiais mais baratos já que os originais se tornavam cada vez mais escassos e caros. Com o tempo a metodologia foi sendo aprimorada e hoje, atende às necessidades de redução de custos de projetos ou produtos já existentes como também no desenvolvimento de novos produtos e processos (Massarani e Mattos, 2007).

2 SITUAÇÃO INICIAL

A empresa em estudo fabrica equipamentos para mineração e construção civil conhecidos como britadores e sua função principal é reduzir o tamanho do material que foi extraído da natureza. A Figura 2.1 e a Tabela 2.1, mostram um esquema básico dos britadores com suas dimensões e pesos para se ter uma idéia do tamanho do produto.



Nota: Linha de referência (não é o nível do piso) que fornece as dimensões mínimas para remoção de: 1. Cilindro Hydroset, 2. Eixo do pinhão, 3. Eixo principal

Dim.	S2800	S3800	S4800	S6800	H2800	H3800	H4800	H6800	H8800
A	Ø 1420	Ø 1770	Ø 2150	Ø 2800	Ø 980	Ø 1360	Ø 1540	Ø 1950	Ø 2750
B	2900	3490	4080	5100	2560	2990	3410	4220	5820
C'	1020	1130	1300	1600	1020	1130	1300	1600	2330
D	540	660	750	860	540	660	750	860	1190
E	1340	1710	2030	2640	1000	1210	1370	1760	2300
F	400	420	450	630	400	420	450	630	580
G	840	1060	1280	1500	840	1060	1280	1500	1960
H²	1270	1680	1840	2160	1270	1680	1840	2160	3100
I	1700	2050	2420	2900	1430	1690	1990	2340	3480
K³	3370	3930	4600	5360	3000	3570	4100	4840	7200

Figura 2.1 – Britadores utilizados na indústria de mineração e construção

(Fonte: Manual de treinamento da empresa em estudo)

Tabela 2.1 – Pesos aproximados dos britadores

Britador	S2800	S3800	S4800	S6800	H2800	H3800	H4800	H6800	H8800
Peso[Kg]	6800	12000	19300	36500	5300	9200	14300	23500	66500

Os britadores, como mostra a figura 2.2, são compostos de duas carcaças fundidas (superior e inferior) que estruturam a máquina, eixo principal que transmite o movimento excêntrico, sistema de engrenamento coroa-pinhão para transmitir o movimento de rotação ao eixo principal, sistema de lubrificação para manter os rolamentos e eixos lubrificados e acionar o pistão hidráulico, pistão hidráulico para regulação de abertura de passagem do material britado, mantas (interna e externa) de manganês que são os componentes de desgaste e entram em contato direto com o material britado.

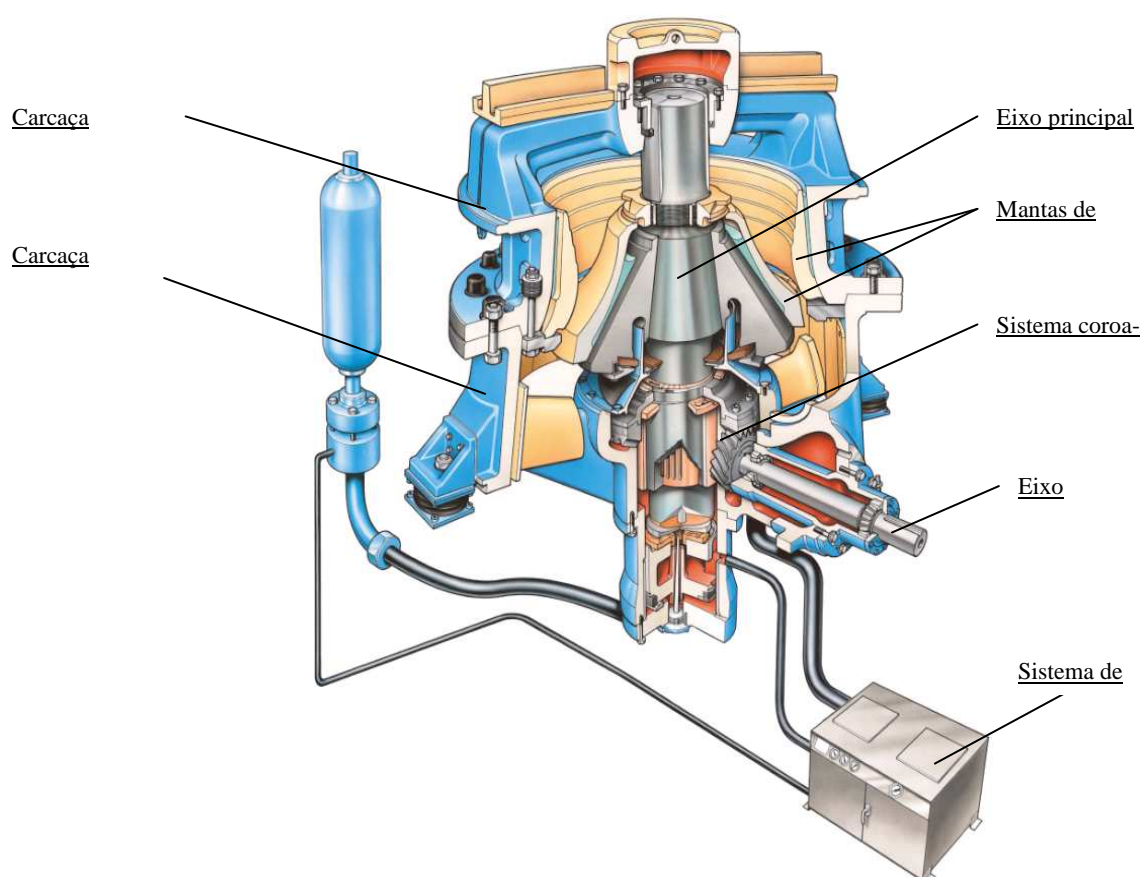


Figura 2.2 – Principais componentes dos britadores
(Fonte: Manual de instruções da empresa em estudo)

Os britadores são acionados na maioria dos casos por motores elétricos ligados através de correias à polias montadas na extremidade do eixo pinhão. O eixo principal é montado em buchas excêntricas que ao ser acionado através do sistema coroa-pinhão, descreve um movimento excêntrico fazendo com que as mantas internas e externas, juntas comprimem o material.

Em uma instalação de britagem, os britadores são instalados em pontos intermediários do processo como mostra a figura 2.3. No decorrer do processo o material a ser britado passa por britadores primários e secundários e peneiras classificatórias transportadas por esteiras transportadoras até atingir o tamanho desejado.



Figura 2.3 – Ilustração de uma instalação de britagem
(Fonte: Manual de treinamento da empresa em estudo)

A estrutura que a empresa possui para montar esses equipamentos como mostra a Figura 2.4, é composta de um estoque de produtos acabados e semi-acabados, uma linha de montagem, um sistema integrado de informações, pessoal administrativo para dar suporte técnico e gerenciar a produtividade do negócio. Na figura 2.4 é

indicado que na estrutura do processo existe um parceiro da empresa em estudo. É considerado como parceiro, pois além da prestação de serviço de usinagem, caldeiraria e pintura fornece mão de obra para montagem dos equipamentos. O parceiro possui certificação ISO9000 e controle de qualidade para fornecer alguns componentes que são utilizados na montagem. A empresa em estudo não fabrica os componentes internamente, portanto os outros componentes são adquiridos de outros fornecedores locais ou importados. Alguns componentes comprados são enviados ao parceiro para industrialização através dos processos de usinagem, caldeiraria e pintura e retornam acabados para a linha de montagem. Outros componentes que a empresa em estudo compra são nacionais ou importados, porém acabados, ou seja, prontos para serem montados no britador. Após montagem e teste do britador este pode ser enviado ao cliente. A empresa em estudo representa aproximadamente 20% em faturamento e volume de produção do parceiro.

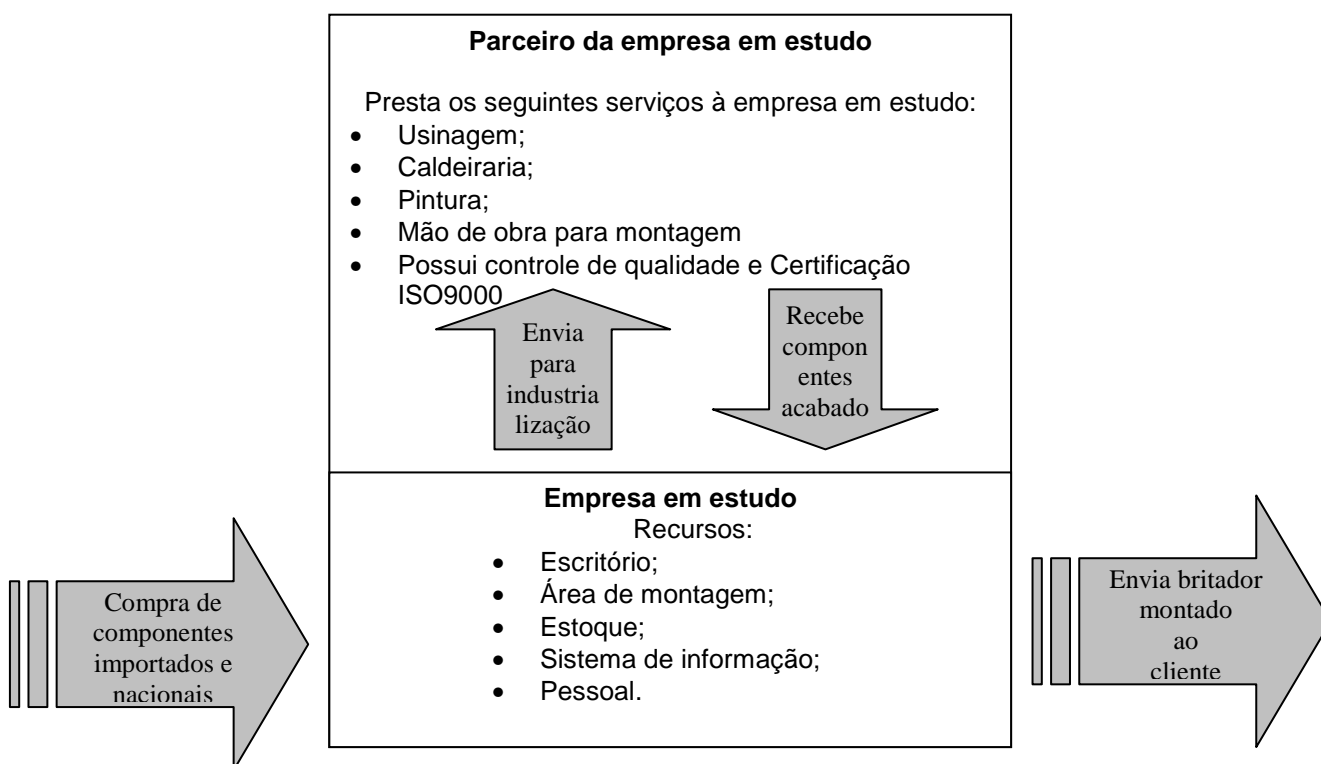


Figura 2.4 – Estrutura da empresa em

O volume de produção vem aumentando a cada ano e as perspectivas são de continuar crescendo numa taxa em torno de 10 a 20% como mostra o gráfico da Figura 2.5.

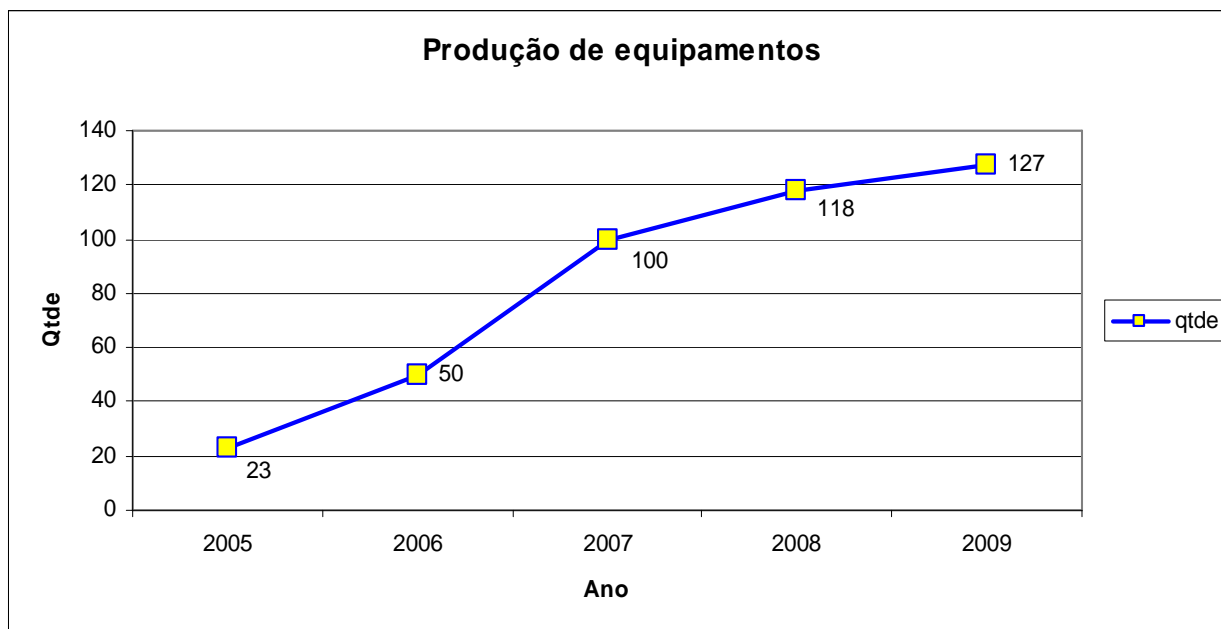


Figura 2.5 – Gráfico de evolução do volume de produção
(Fonte : Empresa em estudo)

Com o aumento da produção a cada ano, a montagem do equipamento torna-se um fator crítico do processo, principalmente na questão do fluxo de material, ou seja, os componentes necessários precisam estar disponíveis na quantidade e tempo certo para efetuar a operação de montagem.

3. ANÁLISE DO VALOR/ENGENHARIA DO VALOR (AV/EV)

3.1 DEFINIÇÃO

A metodologia teve seu início no meio da 2ª guerra, principalmente em função da necessidade de busca de novos materiais mais baratos já que os originais se tornavam cada vez mais escassos e caros. Com o tempo a metodologia foi sendo aprimorada e hoje, atende às necessidades de redução de custos de projetos ou produtos já existentes como também no desenvolvimento de novos produtos e

processos. Das definições atribuídas a essa metodologia e que mais abrange o tema, pois trata do gerenciamento do valor é:

“Um esforço organizado dirigido à análise das funções de sistemas, produtos, especificações, padrões, práticas e procedimentos com a finalidade de satisfazer as funções requeridas ao menor custo total” (Cell e Arratia, 2003)

Através da AV/EV, cada uma das partes que formam o produto ou o processo são analisadas segundo as suas funções e extraída as mais importantes. As funções que possuem maior valor agregado são as que deveriam ser trabalhadas na redução dos custos.

3.2 FUNÇÕES

A função é fundamental no uso da AV/EV e devido a essa importância algumas definições são citadas abaixo:

- A característica a ser obtida do desempenho de um item, é motivo da existência de um item ou parte dele. (Csillag, João Mario, 1991)
- A característica de um item ou serviço que atinge as necessidades e desejos do usuário. (Csillag, João Mario, 1991)
- A característica de desempenho a ser possuída por um item ou serviço para funcionar ou vender. (Csillag, João Mario, 1991)
- É o objetivo de uma ação ou atividade que está sendo desempenhada e não a ação propriamente dita. (Massarani, 2007)
- Função é o coração do problema. (Miles, Lawrence D., 1972).
- Funções são ações naturais ou características desempenhadas por um item, ou propriedades de um item para desempenhar o que foi estabelecido. (Value Engineering in Manufacturing, 1967)
- Função é essencial para o desempenho de um item ou a característica estabelecida pelo usuário. (Alphone Dell'Isola, PE, 1997)

3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES

Além da identificação das funções dos componentes é necessário classificá-las. Classificar as funções significa um melhor entendimento do produto ou do processo, um melhor entendimento do produto ou processo através das funções, significa possibilidades de redefini-lo de uma outra forma que atenda as necessidades. As funções podem ser classificadas em três tipos:

- Funções identificadoras e agregadas – **I/A**;
- Funções de uso e de estima – **U/E**;
- Funções relevantes, irrelevantes e indesejáveis – **R/IR/IN**.

Os critérios para classificação das funções são:

3.3.1 Funções identificadoras e agregadas - I/A

Função identificadora é aquela que representa a razão de ser do produto, que no caso é a razão de ser do processo, sem a qual não seria de validade nenhuma a realização do processo. Como no caso em estudo, a função identificadora é “aumentar a produtividade”, sem essa função não existiria o negócio de fabricar os equipamentos, ou seja, sem qualidade e sem volumes de produção e custos adequados e competitivos.

Funções agregadas são aquelas que ajudam no desempenho da função identificadora, na verdade agregam valor ao processo.

3.3.2 Funções de uso e de estima – U/E

Funções de uso possibilitam o funcionamento do processo. Funções de estima são as que agregam valor também ao processo, mas são aquelas relacionadas com os desejos em obter determinado produto. Essa função não foi identificada no processo em estudo.

3.3.3 Funções relevantes, irrelevantes e indesejáveis - R/IR/IN

Funções relevantes são aquelas procuradas pelo usuário, por exemplo, no estudo em questão, a função “proporcionar conforto” é uma função desejada pelo usuário do escritório.

Funções irrelevantes servem para que as funções relevantes sejam realizadas, dão suporte à realização das funções relevantes. Essa função não foi identificada no processo em estudo.

Funções indesejadas são funções que o usuário não deseja que o produto tenha, no caso do processo são as funções que não agregam valor e são consideradas como despesas que poderiam ser minimizadas ou eliminadas. (Massarani e Mattos, 2007).

3.4 CORRELAÇÃO DAS FUNÇÕES

“Consiste no processo de se atribuir ou associar um valor monetário ao desempenho de uma dada função, a partir de critérios lógicos, coerentes e aceitáveis.” (Massarani, 2007)

Após definidas as funções de cada um de seus componentes, um custo é atribuído seguindo em critério que define quanto custa cada função. Esse critério pode ser subjetivo e definido de várias maneiras ou pode ser bastante evidente, por exemplo, trata-se da quantidade de material empregada em um determinado produto, ou o tempo gasto para executar determinada função. O importante é tentar correlacionar o custo atribuído com a função. Assim pode-se identificar através da correlação das funções com os custos, ainda que superficialmente, as funções que deveriam ser analisadas em relação ao processo como um todo.

3.5 DIAGRAMA FAST

FAST (Function Analysis System Technique) desenvolvido por Charles W. Bytheway em 1965, cujo objetivo era entender o relacionamento entre as funções de um produto ou processo.

Trata-se de um diagrama chamado árvore funcional, composta das funções integradas de forma lógica. Para estabelecer a integração lógica das funções, é

preciso responder a três perguntas sobre as funções: *Por que? Como? e Quando?* como indicado na figura 3.1 (Mattos & Massarani, 2007)

Baseado nessa metodologia, a medida que se vai construindo a árvore funcional, as perguntas de *Por que, Como e Quando*, são respondidas pelas próprias funções, ou seja, uma função que foi colocada ao lado direito de outra no diagrama, significa que essa função representa *Como* a função anterior ocorre. A função imediatamente a esquerda representa o *Por que* da ocorrência da função posterior. Para as funções colocadas acima ou abaixo de forma paralela umas das outras representam *Quando* as funções ocorrem.

Construir a árvore funcional requer atenção, reflexão lógica e intuitiva. Respeitando as regras pode-se constituir um diagrama que pode ser modificado até obter uma cadeia de informações lógicas que representam bem o funcionamento do produto ou processo.

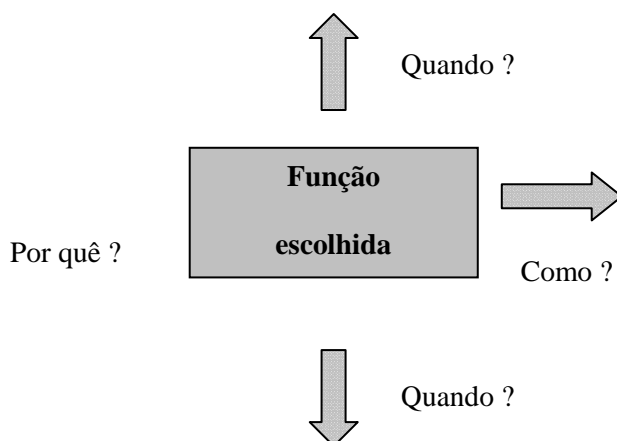


Figura 3.1 Regra para estabelecer lógica entre as funções

Fonte: Mattos e Massarani, 2007

Caminho crítico

Caminho crítico é uma seqüência de funções que representa a essência do produto ou processo. Qualquer processo que execute as funções do caminho crítico será o produto ou processo analisado. Conhecendo as funções que devem ser desempenhadas para caracterizar um produto ou processo, fica fácil buscar alternativas para executar essas funções. (Mattos & Massarani, 2007).

Portanto, obter a cadeia de informações lógicas que representam bem o funcionamento do produto ou processo é fundamental. Como o caminho crítico representa a sequencia de funções que caracterizam o produto ou processo, fica evidente que qualquer mudança em alguma uma das funções ou em todas irá alterar a concepção do produto ou a execução do processo. Isso ajuda a entender melhor o produto ou processo e a buscar outras formas de executar as funções do caminho crítico.

Escopo

Aqui são definidas as linhas de escopo do produto ou processo. Isso significa que as funções internas, ou seja, as funções do caminho crítico ficam dentro das linhas de escopo. As funções externas são importantes para o entendimento pois são as funções com as quais o produto ou processo colabora. (Mattos & Massarani, 2007).

3.6 MODELO DE APLICAÇÃO

Uma prática padrão de AV/EV é ter equipes de estudo com membros da equipe com conhecimentos diversos e a empresa deve fornecer às equipes tempo, oportunidade, sustentação, e os recursos para conduzir estudos de AV/EV em uma base regular, e então implantar os resultados. Entretanto, as idéias verdadeiramente originais podem vir de alguém que pertença a uma área não diretamente relacionada ao produto/processo em estudo e que possa fazer uma conexão entre um método/prática de sua especialidade, e ao problema que a equipe de estudo se está dirigindo, equipes multifuncionais. Os praticantes de AV têm a vantagem adicionada de usar a análise da função, que facilita extremamente uma comunicação por diversos membros da equipe.

A análise da função é o coração da AV/EV. Quando uma equipe empreende com sucesso o processo de identificar a função dos componentes de um item ou um sistema, está preparado então para conduzir uma escala das ações analíticas e criativas, o mais importante está em criar alternativas por função. Além disso, uma análise boa da função ajudará a uma equipe identificar as mas combinações do valor, que são os exemplos onde uma quantidade desproporcional de custo é

alocada a uma área de interesse do cliente.

AV/EV seguirá um plano de trabalho multipassos. Há muitas versões do plano de trabalho, mas uma versão mais usada tem seis etapas:

1. Definição dos componentes
2. Classificação das funções
3. Correlação das funções
4. Diagrama FAST
5. Sugestões de melhoria
6. Tomada de decisão

As equipes de estudo podem usar o plano de trabalho de AV/EV para melhorar o valor dos itens (analisa e muda projetos), sistemas (grande escala ou pequena), processos (linhas de produção, procedimentos logísticos), práticas de transporte, embalagem, processos de construção, projeto arquitetônico, garantia de qualidade, etc.

AV/EV tem aumentado o valor por mais de 50 anos nas companhias e nos países em todo o mundo. Como uma disciplina, continua a crescer em uso e capacidade técnica/metodológica para aumentar o valor ou reduzir custos.

Através do diagrama FAST é possível entender o relacionamento entre as funções de forma lógica e integrada. Sendo assim a construção do diagrama FAST com suas funções integradas, denominado árvore funcional, fornece uma visão sistêmica do processo em análise.

O método de análise utilizado foi baseado na AV/EV e possui seis etapas. Para isso um grupo de pessoas foi formado para elaborar um estudo de caso, Com isso pode-se analisar a situação da empresa e apresentar um modelo de aplicação da metodologia da AV/EV para processo de rotinas administrativas de uma empresa e possíveis soluções que pudessem ser aplicadas.

A cada etapa executada, o grupo através da geração de idéias poderia solicitar a participação de especialista em determinados assuntos caso necessário.

Na figura 3.2 pode-se ver o fluxograma do modelo de aplicação:

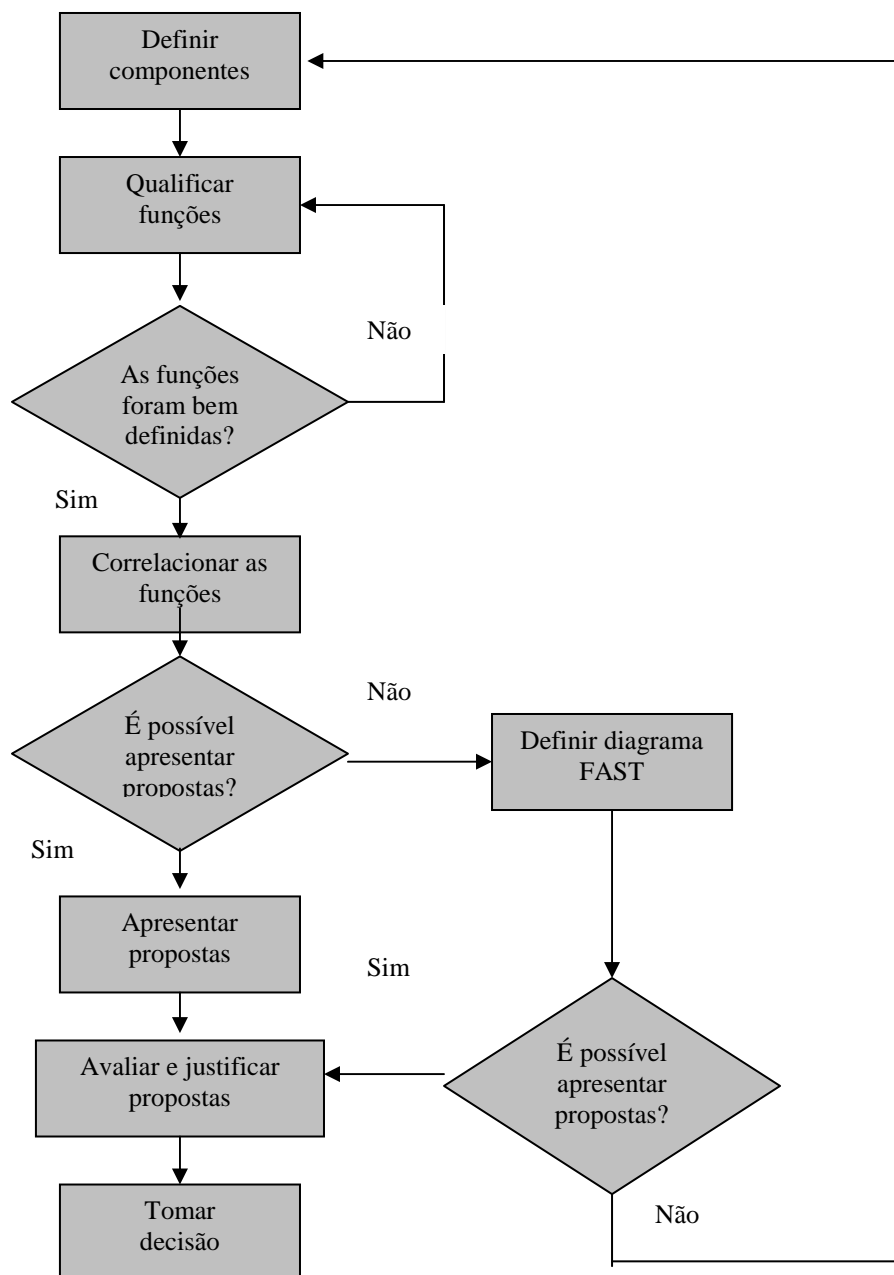


Figura 3.2 – Fluxograma do modelo de aplicação

3.6.1 Primeira etapa: Definição dos componentes

Na primeira etapa, cada recurso, que é utilizado pela empresa para administrar o processo, foi definido aqui como se fossem componentes de um produto. Como em um produto, cada componente tem uma ou mais funções e o mesmo raciocínio foi utilizado. Para cada um desses componentes um custo foi agregado. Este custo corresponde ao recurso que a empresa disponibiliza para que as funções desses componentes sejam executadas e atinjam o desempenho esperado.

3.6.2 Segunda etapa: Classificação das funções

Na segunda etapa, para cada um desses componentes definidos na primeira etapa foram associados suas funções e seu grau de importância segundo os critérios da AV/EV.

Os critérios da AV/EV utilizados são:

- **I/A** – funções identificadora e agregadas
- **U/E** – funções de uso e de estima
- **R/IR/IN** – funções relevantes, irrelevantes e indesejáveis

As funções foram definidas e tabuladas em 3 etapas. Primeiro foi definido, através de uma sugestão de idéias com as pessoas que faziam parte do estudo, também conhecido nas empresas como “*brainstorm*” para especificar quais as funções que cada componente executava. Em seguida, foram determinadas as funções limpas, ou seja, um resumo de todas as funções definidas no início da classificação das funções, porém sem associá-las aos componentes. Finalmente, foram nomeadas as funções segundo os critérios da AV/EV e encontrada a função identificadora que é “aumentar a produtividade”. E como visto anteriormente é a função identificadora que representa a razão de ser do produto, que no caso é a razão de ser do processo.

3.6.3 Terceira etapa: Correlação das funções

Na terceira etapa foi estabelecida uma correlação das funções e custo de cada uma delas. Para cada função um custo foi atribuído seguindo em critério que define

quanto custa cada função. Esse critério é subjetivo, portanto foi definido pelo grupo das pessoas que trabalharam no estudo de caso.

Nesta etapa, com os dados obtidos e tabulados foi feita uma análise e pode-se identificar através da correlação das funções, ainda que superficialmente as funções que deveriam ser analisadas em relação ao processo como um todo. Porém não foi possível ainda concluir nem entender quais soluções poderiam ser apresentadas.

3.6.4 Quarta etapa: Diagrama FAST

Na quarta etapa foi construído e analisado o diagrama FAST (Function Analysis System Technique). Através do diagrama FAST também é possível entender o relacionamento entre as funções de forma lógica e integrada. Sendo assim a construção do diagrama FAST com suas funções integradas, denominado árvore funcional, fornece uma visão sistêmica do processo em análise, proporcionando a busca de alternativas que possam executar as funções requeridas com menor custo ou melhor desempenho. Dessa forma através da análise do diagrama FAST, pode-se identificar o caminho crítico:

Caminho crítico representa a seqüências das funções que são a essência do processo, ou seja, tornam-se explícitas quais funções caracterizam o processo. Qualquer processo que execute as funções do caminho crítico será um processo administrativo de montagem. Conhecendo as funções que devem ser desempenhadas para caracterizar um processo, fica fácil buscar alternativas para executar essas funções.

3.6.5 Quinta etapa: Pesquisa na literatura das formas de melhoria

Na quinta etapa foi relacionada as funções correspondentes ao caminho crítico, o grupo definiu através de pesquisa na literatura ou com a participação de especialistas possíveis soluções de melhoria. Para cada solução apresentada foi estabelecido uma avaliação e um critério de prioridade estabelecido para aplicação da melhoria. Esse critério foi priorizado de forma lógica, ou seja, qual solução deveria ser aplicada em seqüência e o grau de impacto, ou seja, qual solução reduziria os custos e ao mesmo tempo estivesse dentro das metas da empresa e do recurso que seria disponibilizado. O grau de impacto foi classificado em função da

representação da melhoria na empresa em relação à situação atual e foi estipulado segundo a tabela 3.1

Tabela 3.1 – Classificação do grau de impacto

Grau de impacto	Classificação
Grande	5
Médio	3 a 4
Baixo	1 a 2
Sem impacto	0

3.6.6 Tomada de decisão

Na sexta etapa foi definido o caminho a ser tomado em função da prioridade estabelecida, ou seja, das soluções apresentadas na quinta etapa, qual ou quais delas seriam adotadas pela empresa. A escolha da solução a ser implantada foi em função da prioridade, do grau de impacto e da disponibilidade de recurso da empresa.

4. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA AV/EV NO PROCESSO ADMINISTRATIVO DE MONTAGEM

4.1 PRIMEIRA ETAPA: DEDINIÇÃO DOS COMPONENTES

Na primeira etapa, cada recurso da estrutura da empresa, que é utilizado para administrar a montagem dos equipamentos, foi definido aqui como se fossem componentes de um produto. Esses componentes são:

- **Estoque:** é definido como um recurso para armazenar e proteger os componentes que são utilizados na montagem;
- **Escritório:** é definido como um recurso onde estão os programas de computador, computadores e instalações gerais necessárias como a área

ocupada, a energia consumida, telefonia, internet para que o negócio seja administrado pelas pessoas;

- **Área de montagem:** é definido como um recurso onde se tem uma área estruturada com equipamentos que auxiliam a montagem como dispositivos, ferramentas, pontes rolantes, energia elétrica e a operação de montagem é realizada;
- **Sistema de informação:** é definido como um recurso para efetuar compras, dar entrada e saída de material da empresa, emitir notas fiscais e fornecer aplicativos de informática para auxiliar a administração do negócio;
- **Pessoal:** é um recurso formado por uma equipe de pessoas, que realizam tarefas operacionais e administrativas e prestam suporte técnico para definir as especificações dos produtos e garantir a qualidade.

Na Tabela 4.1 pode-se verificar que cada componente tem um custo agregado

Tabela 4.1 – Custo agregado para os componentes

Componentes	Custo [R\$]	Descrição
Estoque	1.300.000,00	Material em estoque
Escritório	14.000,00	Aluguel
Área de montagem	14.500,00	Aluguel e equipamentos
Sistema de informações	6.000,00	Suporte em informática
Pessoal	61.000,00	Salários e encargos
TOTAL	1.395.500,00	

4.2 SEGUNDA ETAPA: CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES

Na segunda etapa, para cada um desses componentes foram associados suas funções e seu grau de importância segundo os critérios da AV/EV.

Critérios da AV/EV:

- **I/A** – funções identificadora e agregadas
- **U/E** – funções de uso e de estima
- **R/IR/IN** – funções relevantes, irrelevantes e indesejáveis

Na tabela 4.2, pode-se verificar as funções de cada componente e sua nomeação de importância. Essa tabela foi preenchida em três etapas. Primeiro foi definido, através de uma sugestão de idéias com as pessoas que faziam parte do estudo, também conhecido nas empresas como “*brainstorm*” para especificar quais as funções que cada componente executava. Em seguida, foram determinadas as funções limpas, ou seja, um resumo de todas as funções definidas no início da classificação das funções, porém sem associá-las aos componentes. Finalmente, foram nomeadas as funções segundo os critérios da AV/EV e encontrada a função identificadora que é “aumentar a produtividade”. E como visto anteriormente é a função identificadora que representa a razão de ser do produto, que no caso é a razão de ser do processo.

Tabela 4.2 – Funções dos componentes do processo

Componentes	Funções	Funções Limpas	I/A	U/E	R/IR/IN
Estoque	+armazenar peças;	Armazenar componentes;	A	U	R
	+armazenar componentes;	Conservar componentes;	A	U	R
	+armazenar equipamento;	Pagar aluguel;	A	U	IN
	+proteger as peças; -alugar área necessária;	proteger demanda	A	U	R
Escritório	+promover conforto;	Proporcionar conforto;	A	U	R
	+promover instalações necessárias; -alugar área necessária;	Prover instalações;	A	U	R
Montagem	+montar os componentes; +promover as instalações necessárias; -alugar área necessária;	Montar componentes;	A	U	R
Sistema de informações	+gerar necessidades de compra;	Integrar informações;	A	U	R
	+gerar necessidades de produção;	Controlar informações;	A	U	R
	+controlar estoque;	Gerar ordens de compra;	A	U	R
	+controlar custos; +controlar pedidos de compra; +controlar ordens de produção;	Gerar ordens de produção;	A	U	R
Pessoal	+controlar estoque;	Negociar prazos e custos;	A	U	R
	+negociar prazos e custos;	Prover suporte técnico;	A	U	R
	+prover suporte técnico;	Operacionar sistema de informações;	A	U	R
	+comprar material;	Desenvolver fornecedor;	A	U	R
	+operacionar sistema integrado de informações;	Aumentar produtividade	I	U	R
	+desenvolver fornecedor; +engenharia;	Planejar produção;	A	U	R

4.3 TERCEIRA ETAPA: CORRELAÇÃO DAS FUNÇÕES

Na terceira etapa foi estabelecida uma correlação das funções e custo de cada uma delas. Assim as funções foram agrupadas em subgrupos de 1 a 5, que correspondem a cada um dos componentes definidos na primeira etapa. Na Tabela 4.9, podem-se ver as funções de cada subgrupo e o custo correspondente. Para cada função um custo foi atribuído seguindo em critério. Esse critério foi definido para cada subgrupo da seguinte forma:

- **Subgrupo um:** Esse subgrupo corresponde ao componente “estoque” definido na etapa 1.

Possui um custo devido ao material que fica armazenado no estoque da empresa e a um custo correspondente ao aluguel que seria pago pela área ocupada. Parte desse material estocado é empregado na montagem das máquinas e fica armazenado ao ar livre; outra parte deve ser mantido em local adequado para conservação dos componentes e o restante é destinado às demandas de requisições. Portanto, dessa forma foi definido o critério de distribuição do custo conforme a tabela 4.3:

Tabela 4.3 – Critério de distribuição do custo para o componente “estoque”

Função	Custo	%
Armazenar components	433.333,33	33,22
Proteger componentes	433.333,33	33,22
Proteger demanda	433.333,33	33,22
Pagar aluguel	4.500,00	0,34
Total	1.304.500,00	100,00

- **Subgrupo dois:** Esse subgrupo corresponde aos componentes “escritório” e “montagem” definidos na etapa 1.

O critério de distribuição do custo corresponde ao aluguel pela área ocupada e a depreciação dos equipamentos utilizados nas instalações como mostra a tabela 4.4

Tabela 4.4 Critério de distribuição do custo para os componentes “escritório” e “montagem”

Função	Custo	%
Proporcionar conforto	1.000	4,17
Prover instalações	10.000	41,67
Montar componentes	13.000	54,17
Total	24.000	100,00

- **Subgrupo três:** Esse subgrupo corresponde ao componente “sistema de informações” definido na etapa 1. O sistema é utilizado em maior parte para gerar ordens de produção e compra. Com isso é permitido colocar os componentes no estoque através das compras e através do encerramento das ordens de produção. Tanto o controle como a integração das informações é precária, uma vez que as compras e as ordens de produção são controladas manualmente pelo comprador e pelo planejador da produção. O sistema não gera compras nem ordens de produção; tomam por base as quantidades existentes no estoque e não levam em consideração quando o material deve ser comprado ou a ordem de produção deve ser encerrada. Como a maior parte do custo está associada à criação das ordens de produção e de compras no sistema, o critério de distribuição do custo alocou um maior valor a essas duas funções como mostra a tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Critério de distribuição do custo para o componente “sistema de informações”

Função	Custo	%
Controlar informações	600	12,5
Integrar informações	600	12,5
Gerar ordens de produção	2.400	50,0
Gerar ordens de compra	2.400	50,0
Total	4.800	100,0

- **Subgrupo quatro:** Esse subgrupo corresponde ao componente “pessoal”, definido na etapa 1. Possui cinco fontes que geram custos e cada uma delas com um percentual correspondente como mostra a tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Fontes que geram custos do subgrupo cinco

Geração de Custo		
Fonte	Custo	%
1	36.000	59,02
2	6.000	9,84
3	5.000	8,20
4	3.000	4,92
5	11.000	18,03
Total	61.000	100

Cada fonte geradora de custo foi distribuída por atividades. Essas atividades são as funções do componente “Pessoal” como mostra a Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Distribuição das funções

Funções	Distribuição das funções					Percentual corresp da função				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Negociar prazos e custos	30	70	-	-	-	12,50	46,67	-	-	-
Prover suporte técnico	60				40	25,00				26,67
Operacionar sistema	20	20	20	20	20	8,33	13,33	66,67	66,67	13,33
Desenvolver fornecedores	30	50			20	12,50	33,33	-	-	13,33
Planejar produção	60	10	10	10	10	25,00	6,67	33,33	33,33	6,67
Aumentar produtividade	40	-	-	-	60	16,67	-	-	-	40,00
Total	240	150	30	30	150	100	100	100	100	100

Após distribuição do custo por atividades, foi definido o percentual total correspondente, conforme mostra a tabela 4.8. Dessa forma foi estabelecido o critério de distribuição dos custos para o subgrupo 5

Tabela 4.8 – Critério de distribuição do custo para o componente “pessoal”

Descrição das atividades	Custo distribuído por atividade					Custo Total	%
	1	2	4	4	5		
Negociar prazos e custos	4500	2333				6.833	11,20
Prover suporte técnico	9000					2933	19,56
Operacionar sistema	3000	666,7	4000	2000		1467	18,25
Desenvolver fornecedores	4500	1667				1467	12,51
Planejar produção	9000	333,3	2000	1000		733,3	13,066
Aumentar produtividade	6000					4400	17,05
Total	36000	5000	6000	3000	11000	61.000	100

Tabela 4.9 – Funções e critério de custo alocado

Função	Custo [R\$]	Critério
Armazenar componentes	433.333	material empregado
Conservar componentes	433.333	material empregado
Pagar aluguel	4.500	Aluguel
Proteger demanda	433.333	material empregado
Subgrupo 1 Sub total	1.304.500	
Proporcionar conforto	1.000	Aluguel+depreciação
Prover instalações	10.000	Escritório e montagem
Montar componentes	13.000	Depreciação
Subgrupo 2 Sub total	24.000	
Controlar informações	600,00	Suporte de informática
Integrar informações	600,00	Suporte de informática
Gerar ordens de produção	2.400,00	Suporte de informática
Gerar ordens de compra	2.400,00	Suporte de informática
Subgrupo 3 Sub total	6.000	
Negociar prazos e custos	6.833,33	Salários+encargos (11,2%)
Prover suporte técnico	11.933,33	Salários+encargos(19,56%)
Operacionar sistema	11.133,33	Salários+encargos(18,25%)
Desenvolver fornecedores	7.633,33	Salários+encargos(12,51%)
Aumentar produtividade	13.066,67	Salários+encargos(21,42%)
Aumentar produtividade	10.400,00	Salários+encargos(17,05%)
Sub Grupo 4 Sub total	61.000	

Assim a tabela de correlação das funções pode ser construída, bem como a visualização das funções mais importantes.

No caso em estudo, as funções relacionadas ao estoque foram as mais importantes, como pode-se observar na Tabela 4.10.

No caso em estudo, as funções relacionadas ao estoque foram as mais importantes, como pode-se observar na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Correlação das funções custo agregado

Componente Função	Estoque	Escritório	Montagem	Sistema	Pessoal	Total
Armazenar componentes	433.333					433.333
Conservar componentes	433.333					433.333
Pagar aluguel	4.500	1.000,00	3.000			8.500
Proteger demanda	433.333					433.333
Proporcionar conforto		5.000,00				5.000
Fornecer instalações necessárias		5.000,00	5.000			10.000
Montar componentes			5.000			5.000
Integrar informações				600		600
Controlar informações				600		600
Gerar ordens de compra				2.400		2.400
Gerar ordens de produção				2.400		2.400
Negociar prazos e custos					6.710	6.710
Prover suporte técnico					21.350	21.350
Operacionalizar sistema integrado de informações					12.200	12.200
Desenvolver fornecedor					7.930	7.930
Aumentar produtividade					4.810	4.810
Planejar produção					8.000	8.000
Total	1.304.500	11.000	13.000	6.000	61.000	1.395.500

Com os dados obtidos na Tabela 4.10 é possível identificar, que o estoque possui um valor agregado bastante elevado em relação ao processo como um todo. Assim a questão agora é identificar a causa das funções relativas ao estoque, em ter um valor agregado muito alto. Através do diagrama FAST (Function Analysis System Technique) construído na quarta etapa, foi possível entender o relacionamento entre as funções de forma lógica e integrada.

4.4 QUARTA ETAPA: DIAGRAMA FAST

Na quarta etapa foi construído e analisado o diagrama FAST (Function Analysis System Technic). Pode-se observar através da tabela de correlação das funções e o custo de cada uma delas que na empresa em estudo, o estoque possui um valor agregado bastante elevado em relação ao processo como um todo.

A principal questão agora é identificar a causa que ocasionou esse valor muito alto. Através do diagrama FAST também foi possível entender o relacionamento entre as funções de forma lógica e integrada.

Sendo assim a construção do diagrama FAST com suas funções integradas, denominado árvore funcional, forneceu uma visão sistêmica do processo em análise, proporcionando a busca de alternativas que possam executar as funções requeridas com menor custo ou melhor desempenho.

Dessa forma através da análise do diagrama FAST, pode-se identificar o caminho crítico:

Caminho crítico representa a seqüências das funções que são a essência do processo, ou seja, tornam-se explícitas quais funções caracterizam o processo.

No caso do processo administrativo de montagem de equipamento da empresa em estudo, o caminho crítico é a seqüência de funções em destaque indicada na Figura 4.1.

Qualquer processo que execute as funções do caminho crítico será um processo administrativo de montagem. Conhecendo as funções que devem ser desempenhadas para caracterizar um processo, fica fácil buscar alternativas para executar essas funções.

Sendo assim o resultado apontado pela análise é apresentar soluções possíveis que possam otimizar a função “planejar produção”, através da pesquisa e análise de métodos utilizados na administração da produção, que devido a sua integração lógica com as demais funções possibilitam a redução dos níveis de estoque e aumento da produtividade.

A partir dos resultados obtidos da AV/EV utilizados nas quatro fases mencionadas, foram analisadas cada uma das funções do caminho crítico e qual delas poderia ser melhorada de forma que o custo fosse reduzido e melhorasse o desempenho da função identificadora “aumentar a produtividade”.

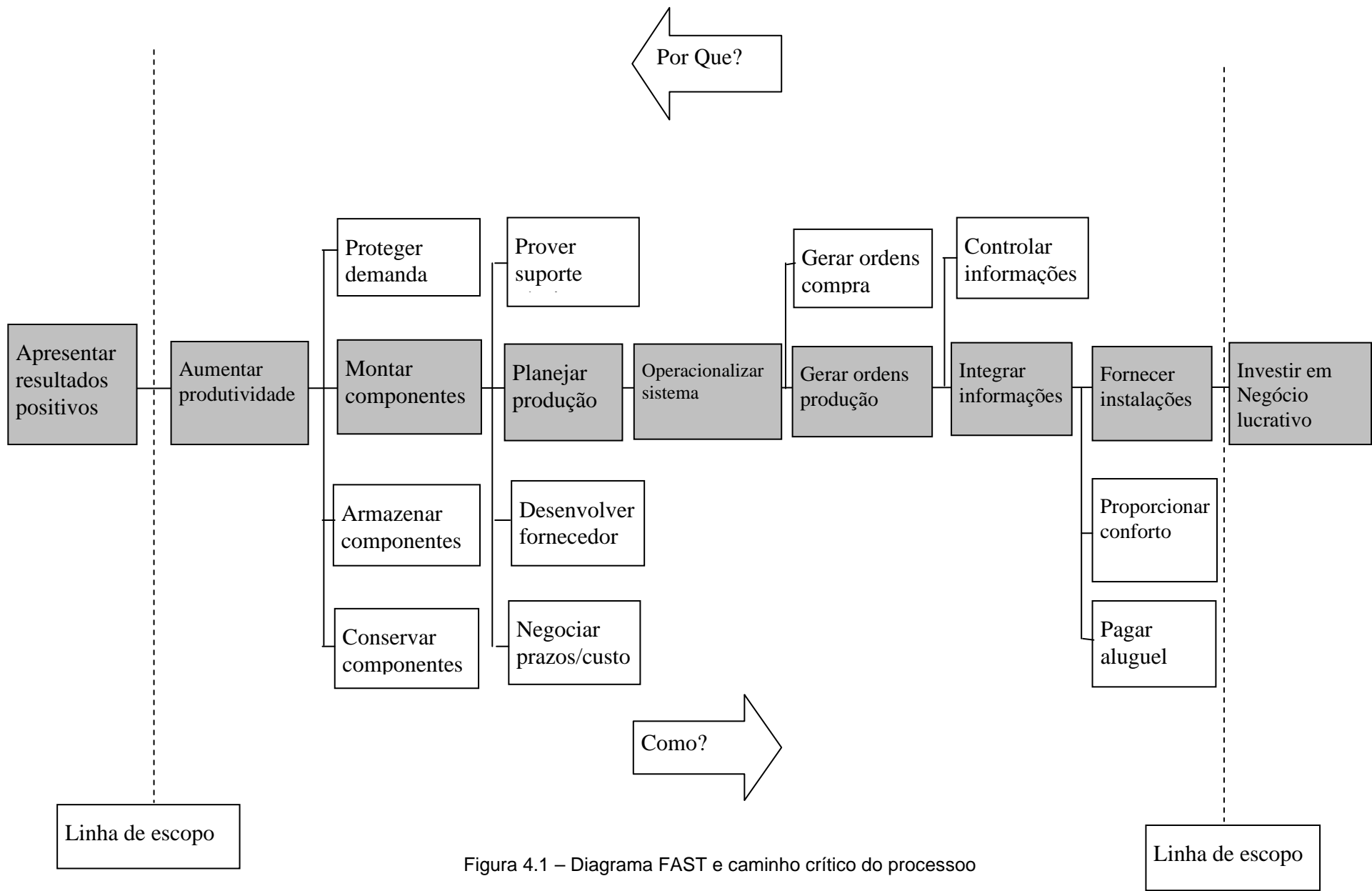


Figura 4.1 – Diagrama FAST e caminho crítico do processo

4.5 QUINTA ETAPA: SUGESTÕES DE MELHORIA

4.5.1 TQM, 6 sigma e Lean

Diferentes teorias de gerenciamento foram criticadas e consideradas modismo por vários anos. Durante as últimas décadas, o gerenciamento da qualidade obteve um avanço revolucionário, um novo jeito de pensar sobre gerenciamento das organizações, uma mudança de paradigma, um jeito compreensivo de melhorar o desempenho organizacional total. É uma maneira de avaliar o todo através da análise de partes do todo. Assim alguns conceitos são apresentados como TQM, Seis Sigma, produção enxuta, Just In Time, Kaizen, etc. Todavia, a definição desses conceitos de gerenciamento da qualidade são diferentes.

4.5.2 TQM Total Quality Management (Gerenciamento Total da Qualidade)

Durante os anos 90, TQM era um termo comum dentro das organizações com diferentes definições:

Dahlgaard (1998)

-“...uma cultura corporativa caracterizada pelo aumento da satisfação dos clientes através da melhoria contínua, na qual todos empregados da empresa participam ativamente.”

Shiba (1993)

-“...TQM é um sistema que envolve práticas, ferramentas e métodos de treinamento para gerenciar empresas para promover a satisfação do cliente num mundo que muda rapidamente.”

Hellsten e Klefsjo (2000)

-“...um sistema de gerenciamento continuamente envolvido consistido de valores, metodologias e ferramentas, o objetivo é aumentar a satisfação dos clientes internos e externos com a redução da quantidade de recursos.”

Metodologia e ferramentas:

Hellsten e Klefsjo (2000) dizem que metodologia são caminhos de trabalho dentro da organização para atingir valores. Consiste em um número de atividades desempenhadas de certa maneira e as ferramentas como sendo concretas e bem definidas, as quais, às vezes, têm uma base estatística para dar suporte a decisões ou facilitar a análise dos dados.

Na literatura são mencionadas as sete ferramentas da qualidade, Pareto, Fluxograma, Histograma, Espinha de peixe, Estratificação, Carta de controle, Dispersão e outras ferramentas de gestão e controle como PDCA (Plan, Do, Check e Act que pode ser traduzido como Planejar, Fazer, Checar e Agir), MASP (Método de Análise e Solução de Problemas, CEP (Controle Estatístico de Processo).

Efeitos:

Com clientes exigindo qualidade e competidores respondendo a essas exigências, as empresas se voltaram ao TQM como a chave para melhorar o desempenho de forma geral. Recentemente uma pesquisa mostrou que um dos principais objetivos do TQM, a satisfação do cliente, tem um impacto positivo no mercado. Um estudo do GAO (General Accounting Office) foi um dos primeiros a tentar estabelecer uma conexão entre as práticas do TQM e o desempenho das empresas. Nesse estudo, empresas que recebem um prêmio de qualidade tinham melhorado seus resultados de operação, como também as relações entre os empregados, a melhoria nos processos foi atingida, melhor satisfação dos clientes, aumento na participação do mercado e ganhos nos resultados.

Críticas:

Quanto às falhas na implantação do TQM, a conclusão é que somente 1/5 até 1/3 dos programas de TQM nos EUA e Europa obtiveram melhorias significativas na qualidade, produtividade, competitividade e resultados financeiros.

Boaden diz que:

“...tentativas de definir TQM é como acertar um alvo em movimento. Quanto mais se pratica, surgem novas iniciativas, e a ênfase em diferentes aspectos mudam.”

Eskildson diz que: “...profissionais do TQM precisam constantemente buscar melhorias no conhecimento da qualidade e das metodologias para atingir altos níveis de conhecimento e assim mudar o conceito do TQM. De acordo com van der Wiele et al, mudar o TQM para uma outra teoria de gerenciamento somente vai ocorrer quando ocorrer uma forte motivação interna e emocional na implementação do TQM.”

4.5.3 Seis sigma

É um processo de negócio que permite às empresas melhorarem drasticamente seus lucros pelo projeto e monitoramento diário das atividades do negócio de forma a minimizar desperdícios e recursos enquanto aumentam a satisfação dos clientes. Pode ser descrito também como um programa de melhoria para reduzir variações, cujo foco está na contínua busca de melhorias. Projetos de melhoria são conduzidos em diferentes áreas e diferentes níveis de complexidade a fim de reduzir a variação. O principal propósito de reduzir a variação num produto ou serviço é satisfazer os clientes. A meta do seis sigmas é que apenas 3,4 de um milhão de clientes estariam insatisfeitos.

Metodologia e ferramentas:

Principais componentes são envolvimento gerencial, organização, infra-estrutura, treinamento e ferramentas estatísticas. Responsabilidade hierárquica como: Champions e Sponsors, Master Black Belts, Black Belt, Green Belt, White Belt. Sanders e Hill afirmam que o seis sigma muitas vezes tem cursos de treinamento padrões, desde cursos de compreensão para Black Belts até cursos básicos para White Belts.

Existem duas principais metodologias de melhoria para processos existentes e para novos processos. E podem ser divididos da seguinte forma:

- 1- **Definir** : Definir quais processos ou produtos necessitam melhoria. Definir o time. Definir os clientes do processo, suas necessidades e solicitações e criar um mapa do processo que deveria ser melhorado;
- 2- **Medir**: Identificar os fatores chaves que mais influenciam no processo e decidir como medi-lo.

- 3- **Analisar:** Analisar os fatores que necessitam de melhoria;
- 4- **Melhorar:** Projetar e implementar a solução mais efetiva. Custo-benefício deveria ser analisado para identificar a melhor solução;
- 5- **Controlar:** Verificar se a implementação foi um sucesso e assegurar que é sustentável com o passar do tempo.

A caixa de ferramentas do seis sigma contém sete ferramentas de projeto, sete ferramentas estatísticas, sete ferramentas de lean, sete ferramentas de clientes, sete ferramentas da qualidade e as sete ferramentas de gerenciamento.

Efeitos:

O aumento no interesse do seis sigma é devido ao impacto financeiro positivo que algumas empresas dizem que o programa tem.

Volvo Cars: 55 milhões de euro durante 2000 e 2002;

Ericsson: 200-300 milhões de euro entre 1997 e 2003

Críticas:

Não existem muitas críticas publicadas contra o seis sigma. Klefsjo diz que o seis sigma tem características comuns as do TQM, e que a princípio, não contém nada de novo. Mas o seis sigma é disciplinado, dados orientados, aproximação de cima para baixo, tipicamente inclui 4 estágios (medir, analisar, melhorar e controlar) e o uso de ferramentas de decisão estatística. Há uma conexão entre a tática e a estratégia. Por exemplo, técnicas estatísticas são usadas de forma sistemática para reduzir variações e melhorar processos, e há um forte foco no resultado, incluindo as necessidades do cliente. Seis sigma tem uma metodologia dentro de uma estrutura maior que o TQM.

4.5.4 Produção enxuta:

Dentre os vários conceitos de gerenciamento da qualidade, o conceito lean, como lean manufacturing, lean production, etc é um dos mais usados com sucesso no mundo. Produção enxuta é controlar os recursos de acordo com as necessidades dos clientes e reduzir desperdícios desnecessários (incluindo

desperdício de tempo). O conceito foi introduzido em larga escala pela Toyota nos anos de 1950. Em geral, lean representa uma aproximação sistemática para identificar e eliminar elementos que não adicionam valor ao processo.

Metodologias e ferramentas:

Cinco princípios básicos do lean manufacturing são geralmente conhecidos:

A - Entendendo o valor do cliente: somente onde o cliente percebe valor é importante;

B - Análise da cadeia de valores: entendido o valor do cliente, o próximo passo é analisar o processo do negócio e determinar quais na verdade adicionam valor. Se uma ação não adiciona valor, deveria ser modificada ou eliminada do processo.

C - Fluxo: focar em organizar um fluxo contínuo através da produção ou cadeia de suprimentos do que mover grandes lotes de commodities.

D - Puxar: produzir para o estoque

E - Perfeção: eliminação de elementos sem valor (desperdício) é um processo de melhoria contínua.

A busca pela eliminação de desperdícios implica na utilização de JIT, Kanban, Kaizen, etc

Efeitos:

Há várias razões para implementar técnicas do lean nas organizações, ele contribui substancialmente para corte de custos e prover vantagens competitivas. Inclui também, redução do WIP, aumenta giro de estoque, aumenta capacidade, redução do ciclo de produção e melhora a satisfação do cliente. Numa recente pesquisa do NIST, das 40 empresas que adotaram o lean manufacturing, melhoras típicas são visíveis em três áreas: operacional, administrativa e estratégica.

Crítica:

Falhas encontradas na literatura:

- a organização sofre impactos com as mudanças; o lean reduz flexibilidade e menos habilidade para reagir a novas condições e circunstâncias.
- entregas JIT causam congestionamento na cadeia de suprimentos, lidam com atrasos, poluição, falta de insumos, etc

De forma geral, lean precisa de uma plataforma estável, onde a escala de eficiência pode ser maximizada.

4.5.5 Similaridades entre TQM, Seis Sigma e Lean:

Na tabela 4.11 pode-se verificar as similaridades entre TQM, Seis Sigma e Produção enxuta. O destaque deve ser dado à crítica elaborada em relação a cada uma das metodologias apresentadas. Essas informações fortalecem a tomada de decisão.

Tabela 4.11 – Similaridades entre TQM, Seis Sigma e Produção enxuta

Conceitos	TQM	Seis Sigma	Produção enxuta
Origem	Evolução qualidade Japão	Evolução qualidade Japão	Evolução qualidade Japão
Teoria	Foco nos clientes	Zero defeito	Sem desperdícios
Visão processo	Melhorar e processos uniformes	Reduzir variação e melhorar processos	Melhorar fluxo do processo
Aproximação	Permite comprometimento de todos	Gerente do projeto	do Gerente do projeto
Metodologia	PDSA	DMAMC	Valor, análise, fluxo, etc
Ferramentas	Analítica e estatística	Analítica estatística avançadas	e Analíticas
Efeito primário	Melhora satisfação cliente	Economiza	Reduz tempo
Efeito secundário	Lealdade do cliente e melhora de desempenho	Metas dos negócios desempenho financeiro	Reduz estoque, aumenta produtividade e satisfação cliente
Crítica	Pouca melhora significativa, entendimento obscuro	Não envolve todos, não melhora satisfação do cliente, não tem a visão do sistema	Reduz flexibilidade, congestiona a cadeia de suprimentos, não é aplicável a todas as indústrias

4.5.6 Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP)

A definição da sigla ERP – *Enterprise Resource Planning* se traduzida literalmente, entende-se por “Planejamento dos Recursos da Empresa”, mas pode não significar a realidade dos objetivos de uma empresa. Esqueça do planejamento, ele não o faz, e esqueça a parte dos recursos, é apenas um termo de ligação. Mas lembre-se da parte da Empresa, esta é a real ambição dos sistemas ERP (CHANG, H., 2000). Através de sistemas ERP podemos ter rastreabilidade e visão global da informação de qualquer parte da empresa e da Cadeia de suprimentos, possibilitando tomada de decisões (CHOPRA e MEINDL., 2003).

No Brasil são chamados de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, todos processos operacionais, produtivos, comerciais e administrativos são controlados por esses sistemas integrados, ou seja, todas as transações da empresa são registradas e podem ser consultadas através do sistema, refletindo o máximo a realidade.

Sistema ERP, é um sistema integrado que possibilita um único fluxo de informações, consistente e contínuo, extraídas da mesma base de dados. É um sistema para melhoria dos negócios, processos, produção, compras, pois as informações estão *on-line* e em tempo real. Resumindo, o ERP visualiza as transações da empresa, mostrando um amplo cenário dos negócios da empresa (CHOPRA e MEINDL, 2003).

ERP é um termo genérico para um conjunto de atividades executadas por um software multimodular, que tem por objetivo auxiliar o fabricante ou o gestor de uma empresa nas importantes fases do seu negócio, incluindo o desenvolvimento de produtos, compra de itens, manutenção de estoques, interação com os fornecedores, serviços a clientes e acompanhamento de ordens de produção (BALLOU, 2001). O ERP pode também incluir módulos aplicativos para os aspectos financeiros e até mesmo para a gestão de recursos humanos. Tipicamente, um sistema ERP usa ou está integrado a uma base de dados relacional (PADILHA. e MARINS, 2005).

O ERP tem suas raízes no MRP, trata-se de um processo evolutivo natural. Pode-se definir ERP como uma arquitetura de programa de computador que facilita o fluxo de informações entre todas as atividades de uma empresa, como fabricação, logística, finanças e recursos humanos. Normalmente, é composto por um banco de dados

único, operando em uma plataforma comum que interage com um conjunto de aplicações. O ERP emprega tecnologia cliente/servidor. Isto significa que o usuário do sistema (cliente) roda uma aplicação (rotina de um módulo do sistema) que acessa as informações de uma base de dados única (servidor). O banco de dados interage com todos os aplicativos do sistema. Desta forma, elimina-se a redundância de informações e redigitação de dados, o que assegura a integridade das informações obtidas. Na Figura 4.2 pode-se entender como é a arquitetura básica de um sistema ERP e o nível de integração que ele proporciona.

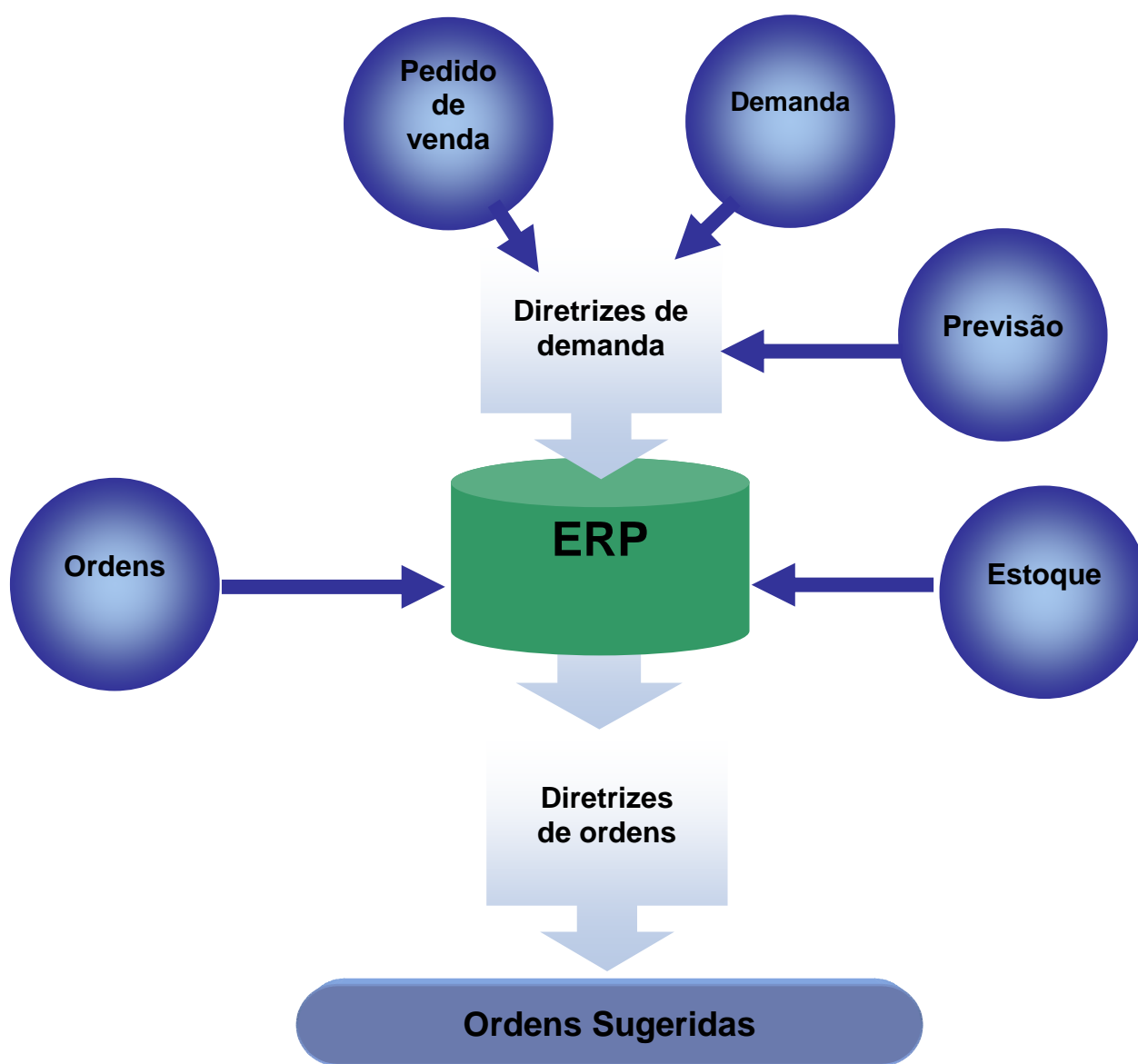


Figura 4.2 – Arquitetura de um sistema ERP

O cenário mundial e as organizações, depois da década de 90, sofreram mudanças cada vez mais drásticas e rápidas (SLACK, 2007). As pessoas tinham que lidar cada vez mais com um volume maior de informações, tanto do interno, quanto do externo das empresas. Com a globalização, houve a necessidade de se buscar novos padrões de qualidade, redução de custos e aumento da margem de lucros (DOOLEY e O`SULLIVAN, 2000). O *e-business*, surgiu nesse cenário e criou novos canais de distribuição e comunicação para a cadeia de suprimentos, fazendo surgir novos modelos de negócios e acesso a novos mercados, levando as empresas a mudar suas práticas de Logística devido às mudanças no comportamento dos clientes em relação às exigências de prazos, custos e personalização dos produtos.

Segundo Chopra e Meindl (2003), nessa evolução dos Sistemas de Informação, as empresas também mudaram a tecnologia adotada passando de plataformas tipo *mainframe* para cliente/servidor, onde duas linhas de produtos têm se destacado:

(a) Aplicativos com base em navegador – os usuários precisam ter acesso à Internet e de um navegador no computador. Qualquer informação, ou análise fica disponível pelo navegador; orçamentos e armazenagem ficam em um servidor central, não necessita de muitos gastos com atualizações de *software* no computador do usuário;

(b) Fornecedores de Serviço de Aplicativos – ASP (*Application Service Providers*) – são hospedeiros de programas desenvolvidos por outros e alugam o uso do produto para as empresas. O ASP executa aplicativos que o cliente aluga, incluindo os sistemas ERP e alguns aplicativos analíticos, como sistemas de planejamento (Planejamento Avançado e Programação ou APS – *Advanced Planning and Scheduling*, ou MPS – *Manufacturing Planning and Scheduling* que cria as ordens do que deve ser fabricado, onde, quando e como deve ser feito, leva em consideração a disponibilidade de matéria-prima e capacidade da fábrica) e sistemas focados no nível operacional (por exemplo, o Sistema Integrado de Controle da Produção ou MES – *Manufacturing Execution System*, que é semelhante ao ERP porém focado na produção da instalação fabril).

Os níveis hierárquicos básicos no início dos anos 90 eram (Cardoso e Souza,2001):

- estratégico,
- tático
- operacional

Após uma reavaliação mostrou a necessidade de um quarto nível: o conhecimento.

Apesar de estar sempre presente, era crítico para o sucesso do fluxo de informações na empresa. ERP é identificado como sendo o mais aplicável sistema de informação para a moderna indústria de manufatura (Ng, J.K.C., Ip, W.H. e Lee, T.C., 1999). Assim sendo, esta nova estrutura organizacional trouxe a necessidade de um Sistema de Informação que integrasse todos os níveis, nas áreas funcionais como produção, *marketing*, finanças e recursos humanos como no nível operacional do conhecimento, tático e estratégico. Fazendo assim com que se tornasse possível facilitar ou criar o conhecimento a partir das informações existentes. Esse foi o surgimento dos Sistemas ERP, largamente utilizados na década de 90. Além da concorrência e da globalização, havia a necessidade de ferramentas mais aprimoradas para a gestão das empresas. As empresas também se depararam com o *bug do milênio* fazendo com que muitas empresas não optassem pela manutenção de seus antigos sistemas e continuar a desenvolvê-los internamente, optassem pela adoção de um sistema ERP, complementa Davenport (1998). Sistemas ERP surgiram (CORRÊA *et al.*, 1999) a partir da evolução dos sistemas MRP e MRP II, respectivamente, Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP - *Materials Requirement Planning*) e Planejamento dos Recursos de Manufatura (MRP II - *Manufacturing Resources Planning*). Foram agregados novos módulos ao módulo básico de cálculo de necessidades de materiais do MRP, programação-mestre da produção, cálculo de necessidades de capacidade um tanto quanto grosseiro, cálculo detalhado de necessidade de capacidade, controle do chão de fábrica, controle de compras, planejamento de operações e vendas, originando o MRP II, que passou a atender às necessidades de informação para a tomada de decisão gerencial sobre todos os recursos de manufatura. Em seguida novos módulos foram adicionados ao MRP II, por exemplo, o Gerenciamento dos Recursos Humanos, Vendas e Distribuição, Finanças e Controladoria, ampliando assim os limites da manufatura e abrangendo toda a empresa que com isso atinge seu estágio atual de desenvolvimento, caracterizando um Sistema ERP. Não existem registros precisos de quando exatamente os sistemas ERP foram criados e a partir de quando a palavra ERP passou a ser utilizada. Segundo diversas pesquisas, os ERP's tiveram suas raízes na Europa e na indústria de manufatura, sendo que em 1979 a companhia alemã SAP (*Systeme, Anwendungen, und Produkte in Datenverarbeitung* – Sistemas, Aplicações e Produtos em Processamento de Dados) lançou o R/2. Nessa mesma época a IBM (*International Business Machine*) oferecia o Sistema

COPIX , ambos com as características de integração típicas do que hoje se conceitua como Sistemas ERP.

4.5.7 MRP – Planejamento de Necessidade de Materiais

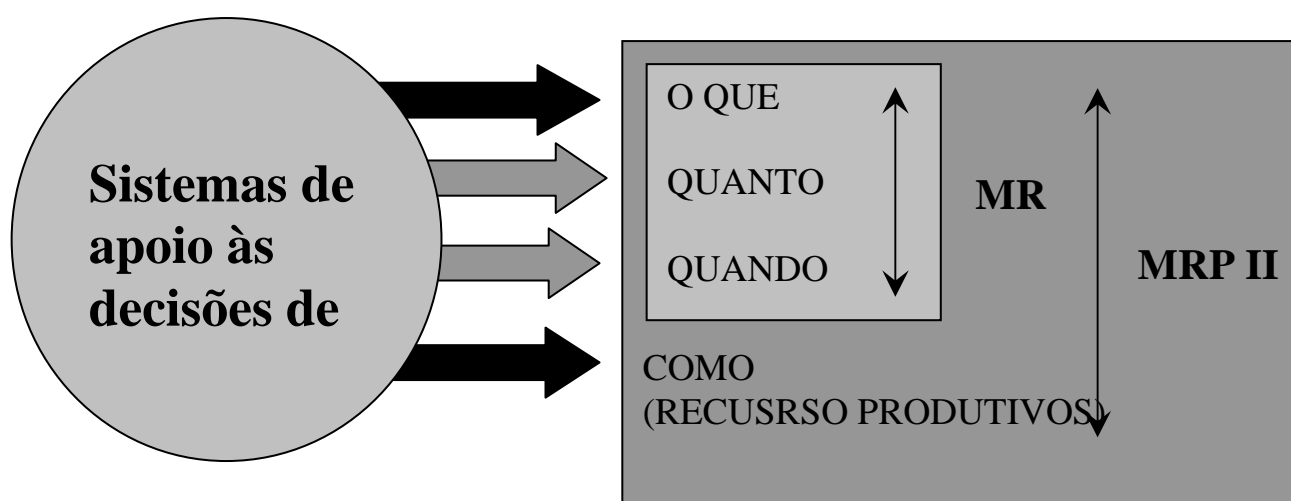
É um conceito simples e utilizado há muito tempo, a idéia básica é que se são conhecidos os componentes de determinado produto, ou seja, sua estrutura e o tempo de obtenção para cada um deles, com base na visão de futuro das necessidades de disponibilidade do produto, calcular as datas e as quantidades que devem ser obtidas de cada componente para que não haja falta nem sobra de nenhum deles. Para desenvolver o raciocínio do cálculo de necessidade é preciso ter a visão da demanda futura, ou seja, é necessário para cálculo das quantidades de componentes que fazem parte da máquina e em que momento devem ser adquiridos. Os pedidos são muitos e em vários momentos futuros, os produtos são variados também com diferentes composições e as estruturas dos produtos também compostas por milhares de componentes, cada um com respectivas quantidades para cada produto. Bons sistemas de previsão de vendas é praticamente um pré-requisito para o bom funcionamento de sistemas MRP (FILHO, M. G., CAMPANINI, L. e VITA, 2004).

O MRP permite com base na produção determinar o que, quanto e quando produzir ou comprar itens semi-acabados, componentes e matérias-primas sem desperdícios no último momento possível, visando reduzir estoques. O mais importante é realizar uma parametrização próxima da realidade, embora essa seja uma atividade muito negligenciada pelas empresas. É uma forma de adaptarmos o cálculo do MRP às necessidades da empresa, evitando em muitos casos níveis de estoque elevados ou falta de material. Parâmetros como *Lead time* (prazos, ou seja, tempo entre o momento que ocorre a liberação de uma ordem até o momento em que o material referente à ordem esteja disponível para o uso), tamanho de lote e estoques de segurança.

4.5.8 MRP - II – Manufacturing Resources Planning

Realmente a técnica do MRP nos sistemas de planejamento da produção das empresas contribui muito para simplificar a gestão dos materiais, mas no ambiente

fabril não é suficiente garantir a disponibilidade dos materiais num determinado tempo. Outra questão que não é tratada pelo MRP é em relação à capacidade de produção para realizar o plano, é necessário saber se os recursos humanos e equipamentos são suficientes (SIMCHI LEVI, 2003). A inclusão dessas informações a um sistema que não apenas calculava as necessidades de materiais, mas também as necessidades de outros recursos do processo originaram o sistema MRP II. Enquanto o MRP baseia-se nas decisões de o que, quanto e quando produzir e comprar, o MRP II engloba também informações referentes a como produzir, ou seja, com que recursos, como indicado na figura 4.3



Produzir e

Figura 4.3 – Abrangência do MRP e do MRP II

(Fonte: Correa, Henrique L., Nogueira, Irineu G., Caon, Giaseni Mauro, Planejamento, Programação e Controle da Produção MRPII/ERP)

O cálculo das necessidades com base num planejamento de produção deve ser feito antes do cálculo da capacidade para se determinar o momento e a quantidade das ordens de produção. Caso surjam problemas como capacidade insuficiente podemos resolver esse problema, por exemplo, apenas aumentando por meio de horas extras ou adicionar mais um turno ou mesmo através de sub-contratações, ajustando o plano original do MRP devido a restrições da capacidade. Contudo, se os problemas

são maiores inviabilizando esse tipo de solução, não terá outra solução senão reiniciar o processo todo alterando-se o planejamento dos produtos acabados. Isso se repetindo várias vezes, acaba tornando o processo todo muito moroso e custoso. O mais interessante seria tentar garantir que as decisões tomadas no planejamento da produção fosse coerente e possível de realização, agregando apenas pequenos ajustes em função de eventuais problemas. Evidentemente as decisões iniciais para elaborar o planejamento deveriam ser tomadas com um cuidado especial (que depende muito das previsões de vendas). Para resolver essa complexidade, foi desenvolvido um sistema, que conhecemos hoje, cuja sigla é o MRP II. É um sistema muito mais complexo e abrangente que o MRP. Em função da sigla ser muito parecida com o MRP, muitos pensam que a diferença é mínima e uma vez já possuindo o MRP não teria necessidade de aquisição do MRP II nem tão pouco sua implantação seria complicada, devido à similaridade das siglas dos dois sistemas. Por se tratar de um sistema de informações com uma única base de dados que integre toda a empresa, não permite controles e base de dados departamentais, é fundamental manter uma única base de dados cujas informações estarão igualmente disponíveis para toda empresa.

Principais cadastros necessários:

- Cadastro mestre de item – código, descrição, unidade de medida, data de efetividade, lead time, estoque de segurança, etc
- Cadastro de estrutura de produto – ligação entre itens “pai” e itens “filhos”, unidades de medida, etc
- Cadastro locais – locais de armazenamento dos itens, prateleiras, corredores, etc
- Cadastro de centros produtivos – código, descrição, horário de trabalho, horas de trabalho, etc
- Cadastro de calendários – conversão do calendário da empresa no calendário de datas do ano, feriados, férias, etc
- Cadastro de roteiros – seqüência de operações para fabricação, tempos das operações, tempo de preparação, ferramental necessário, etc

Para um bom uso do MRP II é preciso entender suas características. É um sistema onde a tomada de decisão é bastante centralizada, não dando muita margem de

manobra para quem executa as atividades planejadas, principalmente para os operadores de máquinas. Parte-se do princípio que todos tentarão cumprir as atividades estabelecidas pelo sistema da forma mais fiel possível. O sistema MRP é um sistema passivo, pois aceita passivamente seus parâmetros, em relação aos tempos de máquina, níveis de estoque de segurança, etc, não possuindo nenhuma sistemática de questionamento e otimização desses parâmetros. O MRP II automatiza muito e melhora pouco, segundo os críticos, deixando as pessoas na função de cumpridores de planos. Portanto é importante que a empresa que pretenda implantar o sistema, incorpore também outras técnicas de melhoria da produtividade como as técnicas JIT (Just in time) entre outras. A grande vantagem do sistema MRP II é sua natureza dinâmica, em função das informações estarem interligadas em toda a empresa, e ser um ambiente competitivo e turbulento. A mudança de um programa mestre, por exemplo, afeta centena de componentes e a influência dessa mudança sem um sistema do tipo MRP II seria muito difícil para a maioria das empresas. Devido à integração das informações, traz para a empresa grandes vantagens se essas informações estiverem disponíveis aos usuários e esses souberem utilizá-las de forma correta, poderão beneficiar muito as empresas. Embora seja um sistema com limitações que precisam estar bem compreendidas pelas pessoas que o utilizam, é um ambiente altamente computadorizado. Significa que o elevado número de dados seja colocado à disposição e esses dados precisam ser informados ao sistema de forma sistemática e com alta precisão, pois o sistema depende deles para seu processamento.

Os aspectos mais importantes que devem ser considerados na implantação de sistemas MRP II são:

- Comprometimento da alta administração;
- Educação e treinamento;
- Escolha adequada de sistema, hardware e software;
- Confiabilidade dos dados de entrada;
- Gerenciamento adequado da implantação.

4.6 SEXTA ETAPA: TOMADA DE DECISÃO

Portanto, verificou-se através do levantamento na literatura e das justificativas da tabela 4.11 que a introdução de um sistema MRP II poderia ser a ferramenta implantada no processo que melhoraria a maioria das funções do caminho crítico, poderia reduzir custos e melhorar o desempenho. Na tabela 4.11, foi considerado que a empresa disponibilizaria recursos para a implantação de todas as soluções propostas embora os valores desse investimento não foi averiguado para saber se tal investimento estaria dentro do orçamento da empresa. Essa averiguação não foi realizado devido que tanto o impacto quanto a prioridade não justificaram a averiguação precisa desse investimento. Outro fator considerado foi que o sistema de informação atual era precário e ineficiente, tornando sua implantação prioritária em relação às outras soluções. Além disso as outras soluções cuja prioridade e impacto eram menores iriam necessitar de uma avaliação mais profunda para decidir qual delas seria melhor. Para essa avaliação poderia se repetir o método para análise das funções após implantação do sistema MRP e verificar se as mesmas soluções repetiriam ou novas soluções iriam aparecer. Segundo a tabela 4.12 pode-se notar que TQM, Seis Sigma ou Lean poderiam ser aplicadas porém dependem do tipo de empresa e seus objetivos, Os resultados obtidos com a introdução do sistema MRP II podem ser vistos no capítulo 4.7. Verificou-se através dos resultados que a redução do nível de estoque e o fluxo de material tornaram-se mais eficientes, melhorando assim o desempenho da função identificadora que é aumentar a produtividade.

Sendo assim, através de pesquisa na literatura das formas de melhoria e através de sugestão de idéias com as pessoas que fazem parte do estudo de caso, foram avaliadas e justificadas formas de melhoria das funções como mostra a tabela 4.12 e realizada a tomada de decisão.

Tabela 4.12 – Avaliação das formas de melhoria das funções

Função	Formas de melhoria	Grau de impacto	Justificativa	Prioridade	Recurso disponível
Aumentar produtividade	Metodologia Lean, TQM, 6 sigmas	3	A implantação de sistemas como Lean, TQM ou 6 sigmas são interessantes, mas teriam mais impacto em relação às melhorias depois que o ERP e o MRP II estivessem funcionando. No futuro a médio e longo prazo, tudo indica que o volume de produção aumentará, justificando a implantação desses sistemas.	2	Sim
Montar componentes	Metodologia Lean, TQM, 6 sigma	3	A implantação de sistemas como Lean, TQM ou 6 sigmas são interessantes, mas teriam mais impacto em relação às melhorias depois que o ERP e o MRP II estivessem funcionando. No futuro a médio e longo prazo, tudo indica que o volume de produção também aumentará, justificando ainda mais a implantação desses sistemas.	2	Sim
Planejar produção	Sistema ERP; Just in time; Kanbam	5	Dentro do sistema ERP existem os módulos de produção conhecidos como MRP II que poderiam melhorar a integração das informações e o fluxo de material através dos cálculos de necessidades que proporcionaria melhoria na produtividade, redução de estoque e custos. Sistemas como Just in time e Kanbam poderiam ser implantados numa segunda etapa do processo juntamente com sistemas Lean, TQM ou 6 sigmas	1	Sim
Operacionalizar sistema	Sistema integrado.	5	Dentro do sistema ERP existem os módulos de produção conhecidos como MRP II que poderiam melhorar o fluxo de material através dos cálculos de necessidades	1	Sim
Criar ordens de produção	Sistema integrado	5	Dentro do sistema ERP existem os módulos de produção conhecidos como MRP II que poderiam melhorar o fluxo de material através dos cálculos de necessidades	1	Sim
Integrar informações	Sistema integrado	5	O sistema ERP integra as informações de toda a empresa	1	Sim

4.7 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

Devido à implantação do sistema MRP II, um novo ciclo de trabalho foi estabelecido como pode-se ver na figura 4.4.

Esse novo ciclo possui as seguintes etapas:

- A- Formulário de Pedido: aqui nessa etapa, é definido as características dos produtos que vão atender os clientes;
- B- Configurar Produto: monta-se a estrutura do produto dentro do módulo de produção do sistema ERP;
- C- Previsão de Demanda: as quantidades dos produtos a serem fabricados durante o ano é colocada dentro do sistema;
- D- Processar o MPS: nessa etapa, entende-se processar como o sistema calcula e sugere as ordens de produção e segue a seguinte lógica:
 - a. $\text{Demanda} - \text{Disponibilidade} = \text{Ordens de Produção Necessárias}$;
- E- Ordens de Produção: nessa etapa após análise do planejador da produção as ordens de produção são confirmadas no sistema;
- F- Processar o MRP: nessa etapa, entende-se processar como o sistema calcula e sugere as ordens de compra e segue a seguinte lógica:
 - a. $\text{Demanda} - \text{Disponibilidade} = \text{Ordens de Compra Necessárias}$;
- G- Ordens de Compra: nessa etapa após análise do comprador as ordens de compra são confirmadas e encaminhadas aos fornecedores.

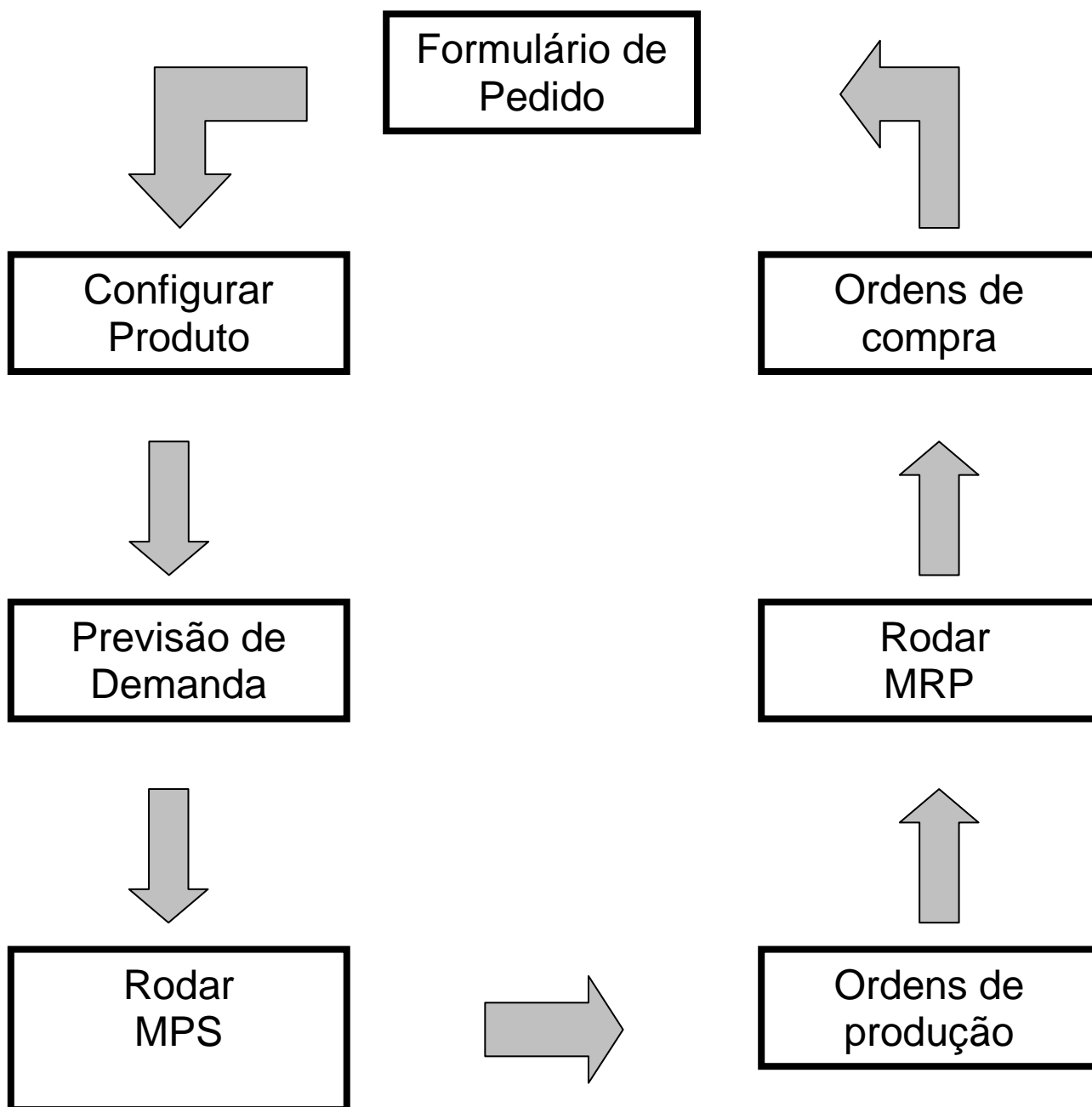


Figura 4.4 – Ciclo de Trabalho

Alguns resultados foram avaliados e com isso pode-se comprovar que o desempenho da função “planejar a produção” melhorou e conseqüentemente melhorou o desempenho da função identificadora que é “aumentar a produtividade”. Na Figura 4.5 podem-se obter dados relativos à média mensal produzida de máquinas após a implantação do sistema MRP II.

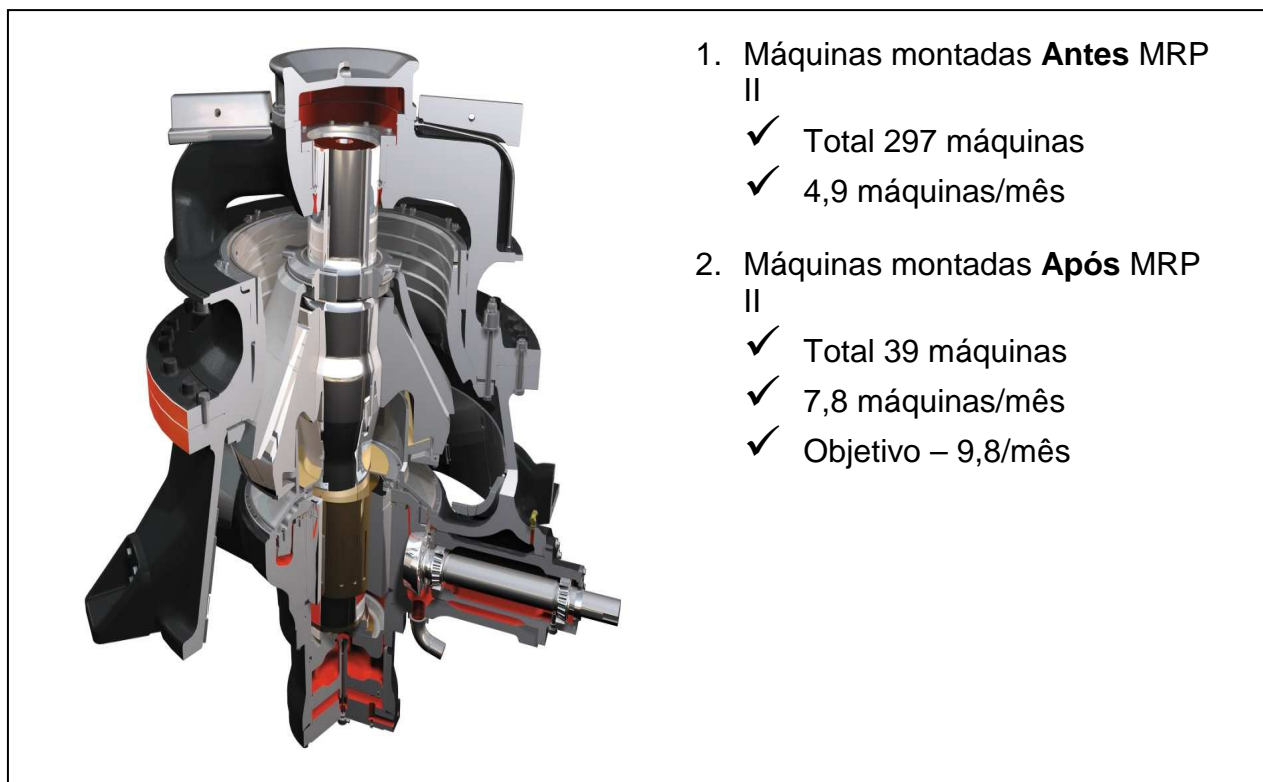


Figura 4.5 – Média mensal de produção

Na Figura 4.6 pode-se constatar um aumento da produção mensal e com isso obteve-se um aumento do faturamento. Na Figura 4.7 a evolução do estoque melhorou mostrando que o valor empregado em peças e máquinas diminuiu no decorrer do tempo, mostrando evolução do fluxo de material.

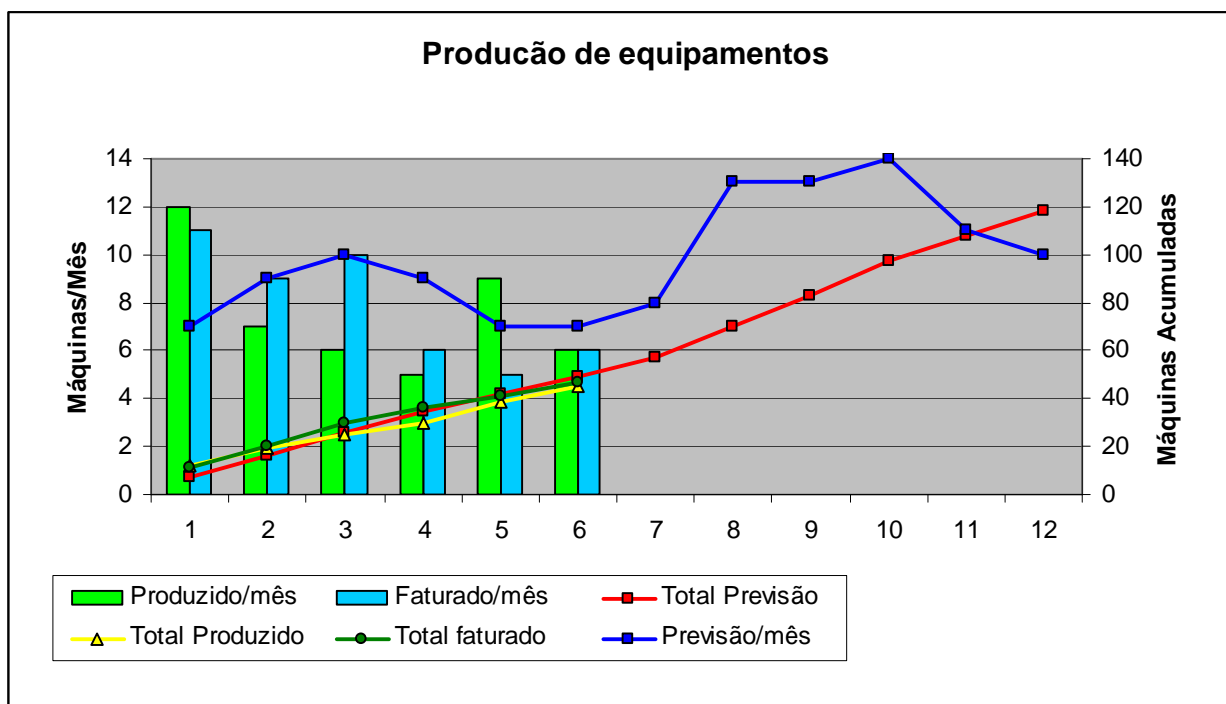


Figura 4.6 – Crescimento mensal de produção

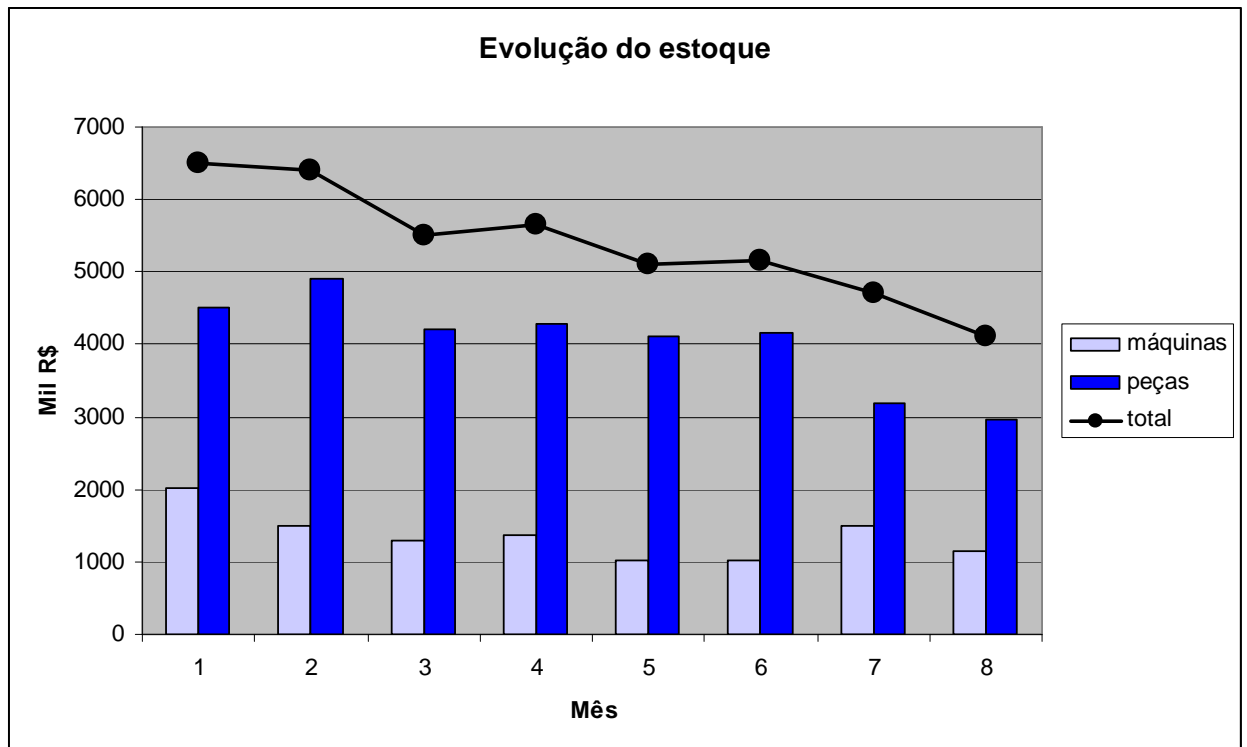


Figura 4.7 – Evolução do estoque

5 ANÁLISE DO MODELO DE APLICAÇÃO

O método foi aplicado em uma empresa que monta equipamentos e obtém os componentes do mercado local ou importados. Como o objetivo foi apresentar um modelo de aplicação da metodologia da AV/EV (Análise do Valor/Engenharia do Valor) para processo de rotinas administrativas de uma empresa foi realizado um estudo de caso numa empresa que monta britadores. Com base nessa informação e definido que a AV/EV seria a ferramenta utilizada, o foco era levantar a causa dos custos que envolvem o processo administrativo e apresentar propostas que a empresa tivesse recurso disponível para implantação da proposta e redução de estoque em torno de 20% e aumento da produtividade em torno de 35%. A metodologia utilizada é de fácil entendimento devido a sua lógica, porém a aplicação mostrou que em algumas etapas apresentou dificuldades. Primeiramente um grupo de pessoas foi escolhido para realizar a análise e apresentar as propostas de melhoria. Esse grupo era heterogêneo e não possuía nenhum especialista em determinado assunto relacionado ao processo. A medida que as etapas iam evoluindo a presença de outras pessoas especialistas em determinados assuntos foram integradas ao grupo para melhor entendimento da situação. Para cada etapa dificuldades foram encontradas e objetivos foram alcançados:

5.1 PRIMEIRA ETAPA

- **Dificuldades:** nessa etapa pouca dificuldade foi encontrada, para definir os componentes foi somente entender os recursos administrativos utilizados no processo;
- **Objetivos alcançados:** o objetivo aqui foi associar os recursos utilizados no processo como se fossem componentes de um produto e o custo que a empresa tem com cada um deles. Simplesmente nessa etapa foi levantar os dados já disponíveis e agrupá-los.

5.2 SEGUNDA ETAPA:

- **Dificuldades:** nessa etapa a dificuldade foi maior e demandou mais tempo. Foi uma etapa realizada em outras três etapas, sendo que a primeira foi mais complicada, pois definir as funções de cada componente é um processo complicado e demorado. A dificuldade maior foi na definição dos verbos e substantivos utilizados de forma que ficasse realmente claro o significado e a função bem definida. Definir as funções é a uma das etapas mais importantes pois pode comprometer o desdobramento do modelo para as outras etapas e com isso dificultar o levantamento das propostas de melhoria. Definir o grau de importância segundo os critérios da AV/EV foi complicado devido ao tempo para realizar essa atividade, cada pessoa entende de forma muitas vezes subjetiva e com interpretações diferentes dificultando o consenso. O processo de sugestão de idéias com as pessoas que faziam parte do estudo, também conhecido nas empresas como “*brainstorm*” mostrou um pouco de inibição das pessoas falarem suas idéias e sugestões com receio de dizer algo errado perante o grupo, mas essa atividade foi conduzida de forma mais tranquila quando as pessoas puderam escrever suas idéias e sugestões ao invés de falarem.
- **Objetivos alcançados:** o objetivo aqui foi definir as funções de cada componente de forma bem clara e seu grau de importância segundo os critérios da AV/EV.

5.3 TERCEIRA ETAPA:

- **Dificuldades:** nessa etapa foi estabelecida uma correlação das funções e custo de cada uma delas. A grande dificuldade foi associar o custo a cada uma das funções. Nesse momento os critérios de associação do custo às funções foram algumas vezes subjetivos e devido a dificuldade de obter os dados foi rateado por igual a cada uma das funções. A intenção nessa etapa era definir o problema principal do processo e em seguida iniciar a busca por propostas de solução. Isso não foi possível porque, com os dados obtidos apenas foi possível identificar que o estoque possui um valor agregado

bastante elevado em relação ao processo como um todo. Identificar a causa das funções relativas ao estoque ter um valor agregado muito alto somente foi possível através do diagrama FAST (Function Analysis System Technic) construído na quarta etapa onde foi possível entender o relacionamento entre as funções de forma lógica e integrada. De forma geral essa etapa não agregou muito valor ao processo de análise em função do resultado obtido.

- **Objetivos alcançados:** o objetivo aqui foi pouco significativo pois nada pode ser concluído para que se pudesse iniciar a busca por propostas para melhorias.

5.4 QUARTA ETAPA:

- **Dificuldades:** nessa etapa, de posse das funções a maior dificuldade foi montar o diagrama FAST e definir o relacionamento entre as funções de forma lógica e integrada. Demandou um tempo elevado na construção do diagrama. A grande vantagem foi ter uma visão sistêmica do processo em análise, proporcionando a busca de alternativas que pudessem executar as funções requeridas com menor custo ou melhor desempenho. Esse processo de construção do gráfico foi repetido diversas vezes até atingir um consenso do grupo que em muitas vezes parecia não ter solução. É importante destacar aqui que a maior dificuldade nessa etapa foi obter a compreensão perfeita do relacionamento e hierarquia existente entre as funções, fator fundamental. Outro fato importante e necessário nessa etapa foi a participação de especialistas e pesquisa na literatura, também foi necessário uma avaliação criteriosa na definição do grau de impacto, a prioridade, os recursos disponíveis e justificativa de qual ou quais propostas implantar na empresa. Vale salientar aqui que a alta administração da empresa deve estar comprometida com a realização do modelo.
- **Objetivos alcançados:** o objetivo aqui foi entender o relacionamento perfeito entre as funções de forma lógica e integrada. e identificar o caminho crítico, que representa a seqüências das funções que são a essência do processo, ou seja, tornam-se explícitas quais funções caracterizam o processo. Com

essa informação foi possível passar para a etapa da busca de propostas para solucionar o problema.

5.5 QUINTA ETAPA:

- **Dificuldades:** nessa etapa a maior dificuldade do grupo foi avaliar os assuntos pesquisados na literatura. O grupo teve que solicitar verba para visitar outras empresas e verificar como algumas das ferramentas pesquisadas foram implantadas
- **Objetivos alcançados:** o objetivo aqui foi realizar uma pesquisa na literatura para poder avaliar e justificar a implantação da proposta de melhoria atendendo as prioridades da empresa.

5.6 SEXTA ETAPA:

- **Dificuldades:** a grande dificuldade dessa etapa foi sintetizar todas as propostas que poderiam ser implantadas com justificativas coerentes. O cuidado aqui foi tomar a decisão baseada nas prioridades mais importantes para a empresa.
- **Objetivos alcançados:** o objetivo dessa etapa foi apresentar à direção da empresa a proposta que justificaria os recursos disponibilizados cujo impacto reduziria os volumes de estoque e aumentaria a produtividade.

5.7 NOVO MODELO DE APLICAÇÃO PROPOSTO

Para o novo modelo de aplicação da AV/EV o mesmo grupo formado por pessoas com conhecimentos diversos poderia ser mantido e a empresa deverá fornecer às equipes tempo, oportunidade, sustentação, e os recursos para conduzir estudos de AV/EV. Devido à experiência obtida no estudo de caso o tempo em algumas etapas poderão ser menores. A parte significativa proposta nesse novo modelo seria com

relação às etapas. Baseado nas dificuldades encontradas e nos resultados obtidos durante o estudo de caso, o novo modelo seria composto das seguintes etapas:

1. Definição dos componentes
2. Classificação das funções
3. Diagrama FAST
4. Sugestões de melhoria
5. Tomada de decisão

Como pode-se observar, a etapa de correlação das funções seria eliminada. Durante o estudo de caso essa etapa não agregou muito valor ao estudo pois nada pode ser concluído para iniciar a busca por propostas de melhorias. Além disso um demasiado tempo foi gasto para criar os critérios de correlação dos custos com as funções. Na etapa de tomada de decisão também poderia ser utilizado outro método, por exemplo, o método F.I.R.E.

Na figura 5.1 pode-se ver o fluxograma do novo modelo de aplicação:

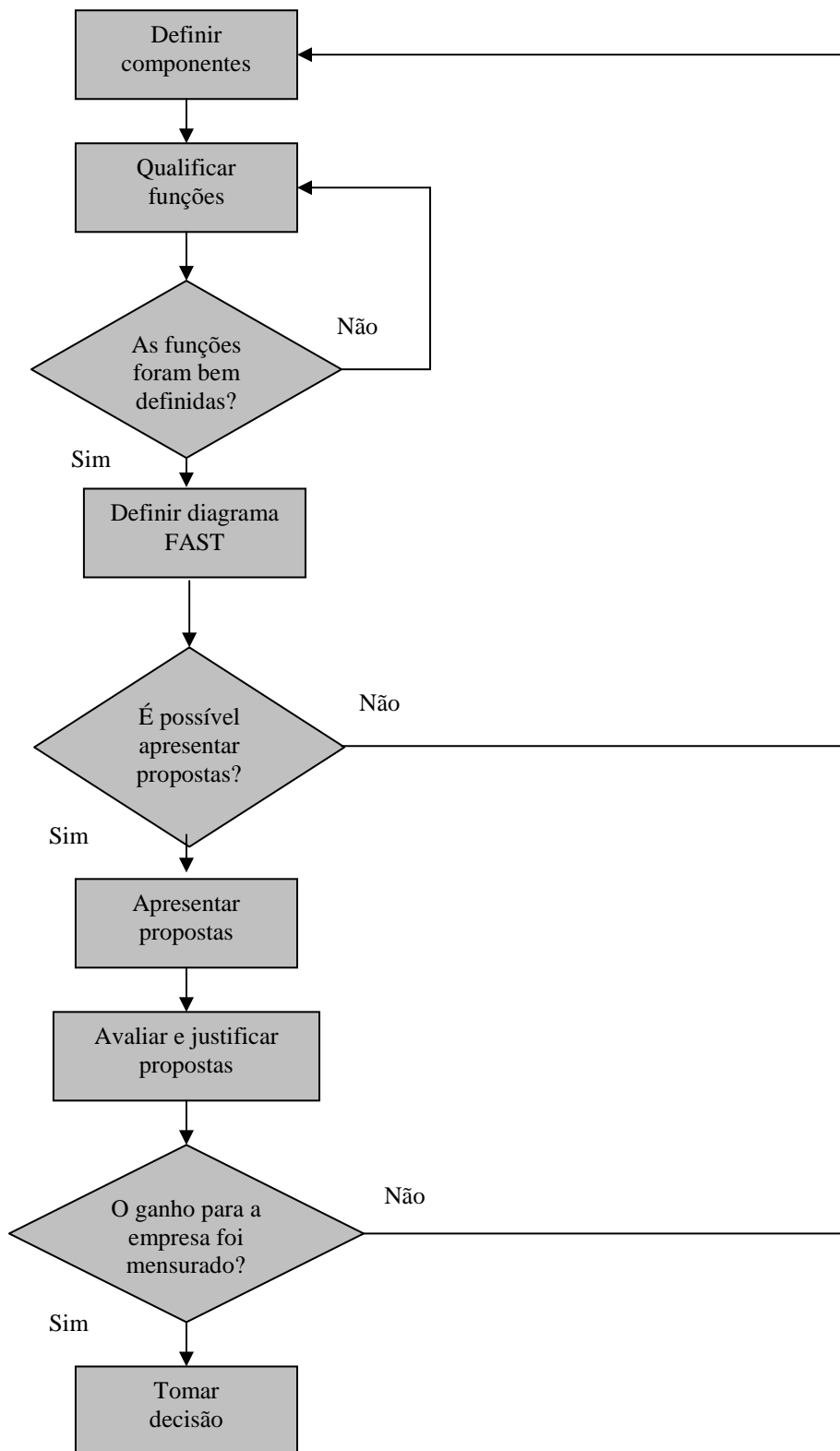


Figura 5.1 – Fluxograma do novo modelo de aplicação

5.7.1 Primeira etapa: Definição dos componentes

Definir os recursos utilizados pela empresa para administrar o processo como se fossem componentes de um produto. Para cada um desses componentes um custo deve ser associado. Este custo corresponde ao recurso que a empresa disponibiliza para que as funções desses componentes sejam executadas e atinjam o desempenho esperado.

5.7.2 Segunda etapa: Classificação das funções

Associar as funções a cada um dos componentes definidos na primeira etapa e seu grau de importância segundo os critérios da AV/EV.

Os critérios da AV/EV utilizados são:

- **I/A** – funções identificadora e agregadas
- **U/E** – funções de uso e de estima
- **R/IR/IN** – funções relevantes, irrelevantes e indesejáveis

Através de uma sugestão de idéias com as pessoas que faziam parte do estudo, também conhecido nas empresas como “*brainstorm*” especificar quais as funções que cada componente executava.

Determinar as funções limpas, ou seja, um resumo de todas as funções definidas no início da classificação das funções, porém sem associá-las aos componentes. Finalmente, nomear as funções segundo os critérios da AV/EV e encontrar a função identificadora, que é a função que representa a razão de ser do produto ou processo.

5.7.3 Terceira etapa: Diagrama FAST

Construir e analisar o diagrama FAST (Function Analysis System Technique). Através do diagrama FAST é possível entender o relacionamento entre as funções de forma lógica e integrada. Sendo assim a construção do diagrama FAST com suas funções integradas, denominado árvore funcional, fornece uma visão sistêmica do processo em análise, proporcionando a busca de alternativas que possam executar as funções requeridas com menor custo ou melhor desempenho. Dessa forma através da análise do diagrama FAST, pode-se identificar o caminho crítico:

Caminho crítico representa a seqüências das funções que são a essência do processo, ou seja, tornam-se explícitas quais funções caracterizam o processo. Qualquer processo que execute as funções do caminho crítico será um processo administrativo de montagem. Conhecendo as funções que devem ser desempenhadas para caracterizar um processo, fica fácil buscar alternativas para executar essas funções.

5.7.4 Quarta etapa: Sugestões de melhoria

Relacionar as funções correspondentes ao caminho crítico, e o grupo defini através de pesquisa que pode ser na literatura, consulta a especialistas relacionados ao assunto, etc, possíveis soluções de melhoria. Para cada solução apresentada estabelecer um critério de avaliação, pode ser, por exemplo, através do impacto que essa melhoria irá proporcionar ou pelas condições que estarão disponíveis para aprovação.

5.7.5 Tomada de decisão

Definir o caminho a ser tomado em função da prioridade estabelecida, ou seja, das soluções apresentadas na quarta etapa, qual ou quais delas seriam adotadas pela empresa. A escolha da solução a ser implantada pode ser definida através da técnica F.I.R.E. onde se atribui o mesmo peso aos quatro parâmetros considerados – Função, Investimento, Resultado e Exeqüibilidade.

Obter quantitativamente o ganho que a empresa irá obter com a decisão tomada e priorizar as melhorias a serem implantadas. A figura 5.2 indica como o grupo pode posicionar as propostas de melhoria através dos quatro quadrantes.

- **Quadrante 1:** a proposta terá um curto período para a implantação com um baixo impacto;
- **Quadrante 2:** a proposta terá um curto período para a implantação com um alto impacto;
- **Quadrante 3:** a proposta terá um longo período para a implantação com um alto impacto;
- **Quadrante 4:** a proposta terá um longo período para a implantação com um baixo impacto;

As melhores propostas são as que se encaixarem no quadrante dois, pois significa que o período necessário para implantar a melhoria é rápido e o ganho financeiro da empresa será alto. As propostas que se encaixarem no quadrante quatro teriam uma prioridade muito baixa, pois o ganho financeiro seria baixo e demandaria um tempo muito longo para implantação. Essas propostas poderiam ser descartadas. As propostas que se encaixarem no quadrante um ou três deveriam ser implantadas.

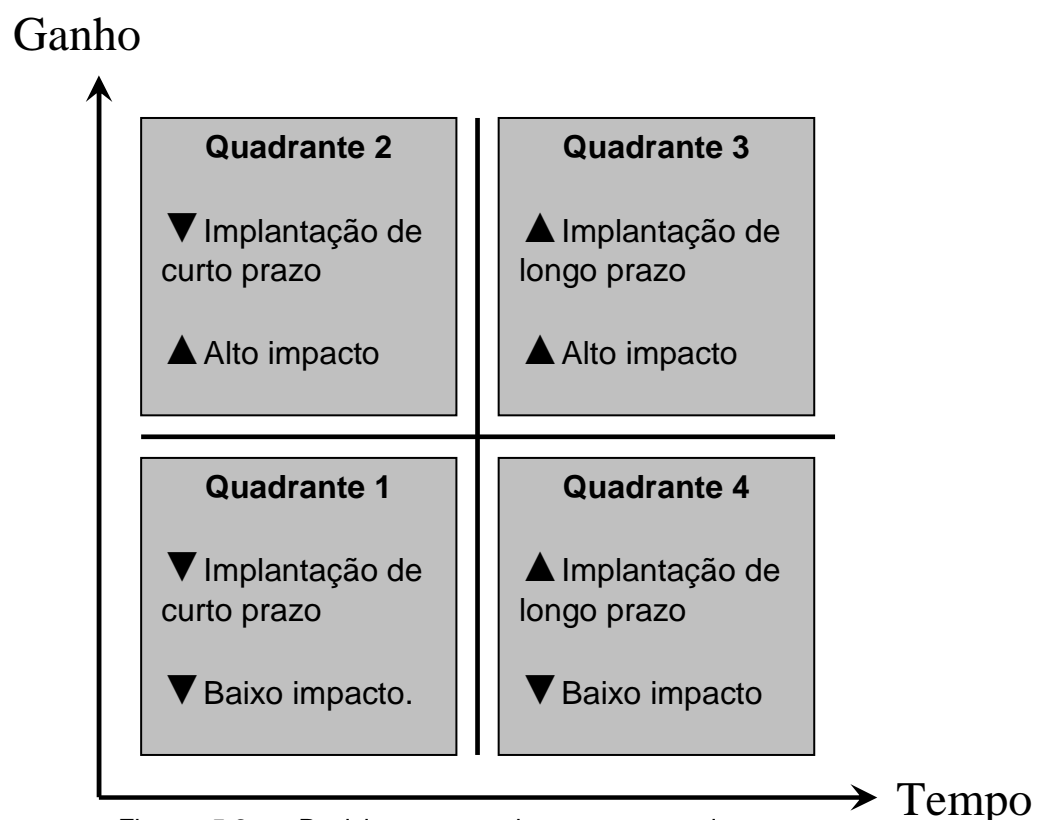


Figura 5.2 – Posicionamento das propostas de

6 CONCLUSÕES

Esse trabalho representa a proposta de um modelo para reduzir custos em um processo administrativo através da aplicação da AV/EV. O modelo foi aplicado em uma empresa que possui uma linha de montagem de britadores e adquire todos os componentes do mercado local ou importado. O modelo defende que é possível aplicar a AV/EV em processos administrativos e poderia ser utilizado em outras empresas cujo principal processo é administrar uma linha de montagem. Pode-se observar que a aplicação do modelo foi similar à aplicação feita na redução de custo ou no desenvolvimento de um produto. No estudo de caso que foi realizado na empresa mostrou que em algumas etapas teve-se grande dificuldade para ser finalizada e acabou envolvendo mais pessoas e especialistas demandando um tempo maior de realização.

Durante a realização das etapas do modelo pode-se observar que na segunda etapa onde foi definida a classificação das funções, o tempo gasto foi alto devido a necessidade de definição das funções de forma precisa e coerente, nessa etapa foi refeita por algumas vezes até se chegar a um consenso, vale lembrar que dependendo do processo administrativo, a realização dessa etapa pode ser mais complicada. Na terceira etapa, não foi possível concluir muita coisa, apenas que o estoque possui um custo elevado, mas isso já era uma das metas de redução que a empresa desejava, somente constatou o que já se sabia.

O objetivo do trabalho foi atingido uma vez que a aplicação da metodologia da AV/EV foi realizada através do estudo de caso. Pode-se aplicar a metodologia e obter os resultados do estudo, porém esses resultados poderiam não ser satisfatórios, ou seja, que proporcionassem pouca melhoria para o negócio da empresa. A melhoria com a aplicação da proposta apresentada através da utilização do modelo deveria ser mensurada de alguma forma. Isso ajudaria saber se o investimento empregado seria justificado pelo ganho. Portanto na última etapa, onde ocorre a tomada a decisão, seria importante obter quantitativamente o ganho que a empresa irá obter com a decisão tomada. Isso ajudaria também à empresa estabelecer metas ou objetivos que devem ser alcançados. Essa é a proposta do modelo novo, mas o método para obter quantitativamente o ganho da empresa não foi definido.

Seria interessante definir a maneira como esse ganho poderia ser mensurado e aplicar o novo modelo proposto na avaliação das outras propostas de solução como, por exemplo, implantação do TQM, Seis Sigma, ou Processo Lean.

7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Implantar novas metodologias pode se tornar modismo no mundo corporativo, portanto saber onde a empresa pode chegar e o que vai ganhar com a implantação é importante e deve ser levado em consideração. No caso das propostas mencionadas nesse trabalho como TQM, Seis Sigma, etc, elas estão sendo utilizadas em muitas empresas, mas saber qual é a que melhor se aplica na própria empresa é fundamental. A proposta de trabalhos futuros seria uma otimização do novo modelo exposto aqui nesse trabalho. Seria importante verificar novamente a eficiência de cada uma das etapas. Além disso agregar ao método otimizado uma forma de saber qual ganho ocorreria caso as propostas de melhoria fossem colocadas em prática, isso evitaria a empresa utilizar uma metodologia que se tornou modismo. Seria possível verificar se o investimento empregado justificaria o ganho. Na fase inicial em que se definem os componentes das rotinas administrativas foi considerado apenas rotinas internas, seria interessante ampliar a quantidade de componentes incluindo-se os fornecedores e os clientes internos e analisar suas funções.

O modelo foi aplicado em um único estudo de caso em um único tipo de negócio, seria importante validar o modelo também em outra empresa com outro tipo de processo administrativo para montagem de algum produto. Essa versatilidade da AV/EV é uma das principais contribuições do trabalho.

REFERÊNCIAS

BALLOU, H. R. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2001.

CELL, C. L., ARRATIA, B. **Creating Value with lean thinking and value engineering**. SAVE PROCEEDINGS. Southfield: Society of America Value Engineers, 2003.

CHANG, H. **The implementation and integration of information systems for production management in manufacturing: an empirical study**. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 01 September 2000.

CHOPRA, S., MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e Operação**. Prentice Hall, 2003.

CORRÊA, H. L., NOGUEIRA, Irineu G., CAON, G. M., **Planejamento Programação e Controle da Produção MRPII/ERP**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CSILLAG, J. M., **Análise do Valor – Metodologia do Valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

DAHLGAAR, J.J., KRISTENSEN, K. and KANJI, G.K. **Fundamentals of Total Quality Management**. London: Chapman & Hall, 1998.

DAVENPORT, T.H. **Putting the Enterprise into the Enterprise System**. Harvard: Business Review, 1998.

DELL' ISOLA, A., **Value Engineering Practical Applications for Design Construction, Maintenance and Operations**. RSMeans, 1997.

DOOLEY, L., and O`SULLIVAN, D., **Systems innovation manager**. Production Planning & Control, 01 June 2000.

FILHO, M. G., CAMPANINI, L. e VITA, R. A. S., **A integração MRPII-COM: estudo de caso e proposta de um sistema híbrido**. Revista Produção, v.14 n.1, 2004.

HELLSTEN, U. and KLEFSJO, B., **“TQM as a management system consisting of values, techniques and tools”**. TQM Magazine, v. 12, n. 4, 2000.

MASSARANI, M., **Redução de custos através da engenharia de valor**. Apostila do curso mestrado profissional de engenharia automotiva, 2007.

MILLES, L. D., **Techniques of Value Analysis and Engineering**. Second Edition, McGraw-Hill Book Company, 1972.

NG, J.K.C., IP, W.H. e LEE, T.C.. **A paradigm for ERP and BPR integration**. International Journal of Production Research, 15 June 1999.

PADILHA, T. C. C. e MARINS, F. A. S., **Sistema ERP: características, custos e tendências**. Revista Produção v.15 n.1, 2005

PORTER, M., **Vantagem Competitiva das Nações**, 8. ed. São Paulo: Campus, 1990.

SHIBA, S., Graham, A. and WALDEN, D., **A New American TQM: Four Practical Revolutions in Management**. Center for Quality Management, Productivity Press, Portland, OR, 1993.

SIMCHI LEVI, D., **Cadeia de suprimentos: projeto e gestão** São Paulo: Bookman, 2003.

SLACK, N., **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.