

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Aplicação do Projeto Axiomático para o
Desenvolvimento de Sistemas de Medição de
Desempenho para Manufatura**

Autor: **Carlos Eduardo d'Araujo Vilaça Lobo**
Orientador: **Paulo Corrêa Lima**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS E FABRICAÇÃO**

Aplicação do Projeto Axiomático para o Desenvolvimento de Sistemas de Medição de Desempenho para Manufatura

Autor: **Carlos Eduardo d'Araujo Vilaça Lobo**
Orientador: **Paulo Corrêa Lima**

Curso: Engenharia Mecânica
Área de Concentração: Materiais e Fabricação

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

Campinas, 31 de Março de 2003
S.P. – Brasil.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS E FABRICAÇÃO
TESE DE DOUTORADO**

Aplicação do Projeto Axiomático para o Desenvolvimento de Sistemas de Medição de Desempenho para Manufatura

**Autor: Carlos Eduardo d'Araujo Vilaça Lobo
Orientador: Paulo Corrêa Lima**

**Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima, Presidente
Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas**

**Prof. Dr. Eugênio Zoqui
Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas**

**Prof. Dr. Flávio Picchi
Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Estadual de Campinas**

**Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake
Escola Politecnica - Universidade de São Paulo**

**Prof. Dr. Roberto Martins
Universidade Federal de São Carlos - Departamento de Engenharia de Produção**

Campinas, 31 de Março de 2003

Agradecimentos

Este trabalho não seria possível sem a inestimável colaboração e suporte de várias pessoas com as quais me relacionei dentro e fora da universidade desde que cheguei a Campinas em 1994 para iniciar o curso de mestrado. Como não seria possível citá-las nominalmente aqui, agradeço de forma geral a todos os professores que contribuíram com seus cursos e a todos os amigos que me ajudaram nesta longa jornada.

Agradeço também a oportunidade de trabalhar e acabar ganhando grandes amigos, entre eles não poderia deixar de apontar: Cleber Favaro, Jorge Arinez e James Duda.

De modo especial gostaria de agradecer a Prof. Paulo Corrêa Lima que sempre me deu total apoio em todas as idéias que surgiram ao longo destes anos e realmente trabalhou como meu mentor intelectual desde que cheguei a Campinas.

Agradeço também ao Prof. David Cochran que me recebeu em seu laboratório no MIT, permitindo que eu tivesse um maior contato com a pesquisa sobre desenvolvimento de sistemas que ele vem realizando há vários anos. O contato com novas frentes de pesquisa e novos métodos de trabalho que tive neste período teve valor inestimável.

Agradeço a minha esposa e filhos. A ela que me apoiou durante todos estes anos, discutiu pontos críticos do desenvolvimento deste trabalho e ajudou a revisá-lo, devo todo agradecimento possível. Sem este inestimável apoio este trabalho não seria possível.

Por tudo agradeço aos meus pais e a Deus que tornaram esta jornada possível.

Resumo

LOBO, Carlos Eduardo d'Araujo Vilaça Lobo, *Proposta de um Sistema de Medição de Desempenho*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 149 p. Tese (Doutorado)

O presente trabalho tem como objetivo estudar e propor uma metodologia para a medição de desempenho. Dentro desta perspectiva foram estudados o pensamento e o planejamento estratégico, assim como o projeto do sistema de produção. Assim o sistema de medição de desempenho é estudado sob estes três diferentes pontos de vista. Buscou-se, neste trabalho, mostrar a necessidade de se integrar estes três sistemas: plano estratégico, projeto do sistema de produção, e sistema de medição de desempenho. Como metodologia de projeto foi utilizado o Projeto Axiomático. Também foi realizada uma pesquisa de caráter informativo e quantitativo para tentar identificar tendência de avaliação do sistema de medição de desempenho em empresas em geral. Por ser o desenvolvimento mais relevante na área de desempenho, o BSC foi estudado detalhadamente. Por fim, foi proposto um sistema de medição de desempenho para o sistema de produção.

Palavras Chave

Projeto Axiomático, Sistemas de Medição de Desempenho, Projeto do Sistema de Produção, Produção Enxuta.

Abstract

LOBO, Carlos Eduardo d'Araujo Vilaça Lobo, *Aplication of Axiomatic Design to Develop a Performance Measurement System to Manufacturing*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 149 p. Tese (Doutorado)

The main objective of this thesis is to study and to propose a methodology to measure performance. Considering this objective strategic thoughts and its planning was studied. It was also studied the production system design. Therefore the performance measurement system is studied under three different points of view. This work aims to show the necessity of integration among these three systems: Strategic plan, production system design, and performance measurement system. As design methodology has been used Axiomatic Design. It was also developed a research to contextualize and to identify how companies are measuring performance. Considering the Balanced Scorecard the latest development in this area, it is detailed studied. Finally it was proposed a system to measure performance of production system.

Key Words

Axiomatic Design, Performance Measurements Systems, Production System Design, Lean Production.

Índice

Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xv
Nomenclatura	xvii
1. Introdução	01
1.1. Motivação	02
1.2. Definição do Problema	02
1.3. Objetivos do Trabalho	03
1.4. Conteúdo do Trabalho	04
2. Projeto do Sistema de Produção – Enfoque Axiomático	06
2.1. Introdução	06
2.2. Projeto Axiomático	07
2.2.1. Definição	07
2.2.2. Axioma 1 – Axioma da Independência	09
2.2.3. Axioma 2 – Axioma da Informação	10
2.2.4. Decomposição do Projeto	11
2.2.5. Projeto do Produto	12

2.2.6.	Projeto do Sistema de Produção	16
2.3.	Análise dos Projetos dos Sistemas de Produção do Ponto de Vista do Projeto Axiomático	20
2.3.1.	Abordagem Americana – Produção em Massa	21
2.3.2.	Abordagem Sueca – Grupos Semi-Autonômos (GSA) de Trabalho	23
2.3.3.	Abordagem Alemã Para Organização do Trabalho	28
2.3.3.1.	Histórico	28
2.3.3.2.	O Caso da Porsche	31
2.3.4.	Abordagem Japonesa – Produção Enxuta (Sistema Toyota de Produção)	32
2.3.4.1.	Análise do Modelo de Produção Japonês Sob a Ótica do Projeto Axiomático	35
2.3.4.2.	Tendências Atuais e Futuras da Organização Industrial Japonesa	36
2.3.5.	Uma Comparação Possível?	37
2.4.	Comentários Finais	40
3.	Estratégia e Sistemas de Medição de Desempenho	42
3.1.	Introdução	42
3.2.	Planejamento Estratégico	43
3.3.	A Função Desempenho	46
3.3.1.	Abordagem Americana	50
3.3.2.	Abordagem Japonesa	52
3.4.	Sistemas de Medição de Desempenho	54

3.4.1.	Um Guia para Medição do Desempenho	58
3.4.2.	Um Sistema de Medição de Desempenho Baseado no Processo	58
3.5.	Uma Estrutura para o Desenvolvimento de um SMD	60
3.6.	Um Sistema Consistente de Gestão de Desempenho	62
3.7.	Balanced Scorecard	65
3.8.	SMD derivado do Projeto Axiomático da Manufatura	69
3.9.	Um Sistema Integrado de Medição de Desempenho	71
3.10.	Comparação entre Diferentes Sistemas de Medição de Desempenho	72
3.11.	Análise do Balanced Scorecard	94
3.11.1.	Balanced Scorecard – Princípios e Implementação	95
3.11.2.	Balanced Scorecard – Dificuldades de Implementação	96
3.12.	Comentários Finais	77
4.	Entrevistas Realizadas, Estudo De Caso e Balanced Scorecard	78
4.1.	Introdução	78
4.2.	Entrevistas Realizadas	79
4.2.1.	Questionário	79
4.2.2.	Discussão das Questões Formuladas	81
4.2.3.	Respostas as Questões Formuladas	82
4.2.4.	Análise das Respostas Dadas	87

4.3.	Considerações sobre a Pesquisa Realizada	89
4.3.1.	Estratégia	89
4.3.2.	Projeto do Sistema de Produção	90
4.3.3.	Sistema de Medição de Desempenho	90
4.4.	Análise da Hipótese Inicialmente Formulada	90
4.5.	O Balanced Scorecard e Hoshin Kanri – Estudo de Caso	91
4.6.	Comentários Finais	98
5.	Considerações Sobre a Integração do Planejamento Estratégico com o Projeto do Sistema de Produção e com Sistemas de Medição de Desempenho	100
5.1.	Introdução	100
5.2.	Utilização do Projeto Axiomático para Desenvolver um Balanced Scorecard	101
5.3.	Sistema de Medição de Desempenho Baseado na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	107
5.3.1.	Medidas de Desempenho de Alto Nível	108
5.3.2.	Medidas de Desempenho de Qualidade	109
5.3.3.	Medidas de Desempenho para identificar e resolver problemas	108
5.3.4.	Medidas de Desempenho para Entregas Previsíveis	112
5.3.5.	Medidas de Desempenho para Redução de Atrasos	114
5.3.6.	Medidas de Desempenho para reduzir custos de mão-de-obra direta e indireta	116
5.4.	Avaliação do Sistema Proposto	118

5.5.	Exemplo de um Sistema de Medição de Desempenho baseado na Decomposição de Projeto	121
5.6.	Comentários Finais	124
6.	Conclusões	125
	Anexos	133
	Referências Bibliográficas	139
	Bibliografia Consultada	146

Lista de Figuras

Figura 1.1.	Estrutura da Tese	04
Figura 2.1.	Domínios do Projeto	08
Figura 2.2.	Axiomas do Projeto Axiomático	09
Figura 2.3.	Tipos de Projeto	10
Figura 2.4.	Estrutura hierárquica de projeto	12
Figura 2.5.	Torneira Tradicional	13
Figura 2.6.	Projeto desacoplado	14
Figura 2.7.	Projeto com integração física	15
Figura 2.8.	Detalhe da válvula de controle	15
Figura 2.9.	Esquema da linha de montagem, do fluxo de material e informação	18
Figura 2.10.	Decomposição do Projeto Axiomático da linha de montagem	19
Figura 2.11.	FRs e DPs usados na Produção em Massa	23
Figura 2.12.	FRs e DPs usados na Produção com GSA de Trabalho	27
Figura 2.13.	Decomposição do Projeto Axiomático do STP	36
Figura 3.1.	Os pontos de inflexão do mercado	44
Figura 3.2.	Importância das medidas de desempenho	52

Figura 3.3.	Medidas de desempenho no Japão	53
Figura 3.4.	Orientação do sistema de medição de desempenho	58
Figura 3.5.	SMD baseado no processo	59
Figura 3.6.	Dimensões intrínsecas da medição de desempenho	63
Figura 3.7.	Relações entre as medidas	64
Figura 3.8.	Integração das Medidas de Desempenho via Balanced Scorecard	65
Figura 3.9.	Estratégia de Gerenciamento: 4 Processos	66
Figura 3.10.	Níveis superiores da decomposição	70
Figura 3.11.	SMD derivado do Projeto Axiomático da Manufatura	71
Figura 4.1.	Desenvolvimento do Scorecard da Empresa utilizando a abordagem do Hoshin	92
Figura 4.2.	Diagrama Pareto dos maiores clientes no começo do projeto	93
Figura 4.3.	Diagrama Espinha de Peixe para chegar as causas raízes da não satisfação	93
Figura 4.4.	Resultado Planejado e Efetivo do ano 1999 até 2002	94
Figura 4.5.	Diagrama Causa-Efeito	96
Figura 5.1.	Níveis superiores da Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	102
Figura 5.2.	Estratégia da Manufatura baseada no Projeto Axiomático	104
Figura 5.3.	Sistema de Produção e Projeto da Medição de Desempenho	105
Figura 5.4.	Uso do Projeto Axiomático para suportar o Balanced Scorecard	106

Figura 5.5.	111
Figura 5.6. Requisitos Funcionais de Alto Nível	106
Figura 5.7. Requisitos Funcionais de Qualidade	107
Figura 5.8. Processo de identificação, comunicação e solução de problemas	109
Figura 5.9. Requisitos Funcionais para Identificação e Solução de Problemas	109
Figura 5.10. Requisitos Funcionais para Entregas Previsíveis	111
Figura 5.11. Requisitos Funcionais para Redução de Atrasos	114
Figura 5.12. Requisitos Funcionais para Redução dos Custos de Mão-de-Obra e Indireta	118
Figura 5.13. Matriz de Avaliação de Desempenho	120
Figura 5.14. Esquema da célula de usinagem da caixa de direção	121
Figura 5.15. Integração das Medidas de Desempenho através da estrutura hierárquica da empresa	124

Lista de Tabelas

Tabela 2.1	As características do sistema de produção	16
Tabela 2.2.	Requisitos Funcionais de uma linha de montagem	17
Tabela 2.3.	Comparação entre os princípios da organização japonesa e da escola clássica	34
Tabela 2.4.	Comparação entre a organização do trabalho japonesa e do trabalho taylorista/fordista	35
Tabela 2.5.	Comparação entre os três modelos alternativos de organização do trabalho	39
Tabela 3.1.	Medidas de desempenho que não agregam valor	55
Tabela 3.2.	Múltiplas Dimensões da Qualidade, Tempo, Custo e Flexibilidade	62
Tabela 3.3.	Comparação entre os SMDs estudados	73
Tabela 3.4.	Similaridades entre as diferentes abordagens	76
Tabela 5.1.	Sistema de Medição de Desempenho derivado dos Requisitos Funcionais	107
Tabela 5.2.	Medidas de desempenho de alto nível baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	109
Tabela 5.3.	Medidas de desempenho de qualidade baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	110

Tabela 5.4.	Medidas de desempenho para identificar e resolver problemas baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	110
Tabela 5.5.	Medidas de desempenho diretas para entregas previsíveis baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	112
Tabela 5.6.	Medidas de desempenho indiretas para entregas previsíveis baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	113
Tabela 5.7.	Medidas de desempenho para redução de atrasos baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	115
Tabela 5.8.	Medidas de desempenho para reduzir custos de mão-de-obra direta e indireta baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção	117
Tabela 5.9.	FRs, DPs e Medidas de Desempenho envolvidas nas tarefas dos operadores	122

Nomenclatura

Abreviações

ABC – Custeio Baseado em Atividades (*Activity-Based Costing*)

DP – Parâmetro de Projeto (*Design Parameters*)

FR – Requisito Funcional (*Functional Requirement*)

ROI – Retorno Sobre Investimento (*Return On Investment*)

SMD – Sistema de Medição de Desempenho

BSC – Balanced Scorecard

GSA – Grupos Semi-Autonômos

CIM – Manufatura Integrada por Computador

FMS – Sistemas Flexíveis de Manufatura

TPS – Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*)

UAW – United Auto Workers

PGQP – Plano Gaúcho de Qualidade e Produtividade

PLR – Participação nos Lucros e Resultados

PNQ – Prêmio Nacional de Qualidade

IMVP – International Motor Vehicle Program

.....

Capítulo 1

Introdução

Na última década foram feitas diversas pesquisas sobre sistemas de medição de desempenho. NEELY [1999] aponta que entre 1994 e 1996 foram publicados mais de 3.600 artigos sobre medição de desempenho. Praticamente todos os autores concordam e procuram enfatizar a importância de se utilizar medidas adequadas para medir o desempenho no ambiente de produção. Concordam também com que as corretas medidas de desempenho impactam positivamente o sistema de produção e estimulam a melhoria contínua. Em 1951, a General Electric formou o primeiro time de trabalho encarregado de desenvolver um sistema coerente de medição de desempenho do negócio. Já no campo acadêmico é inegável o papel desempenhado por SKINNER [1969, 1986] que primeiro traçou a ligação entre estratégia e medição de desempenho, e depois apontou o caminho a ser seguido no desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho que atendessem as grandes expectativas geradas.

1.1. Motivação

Nos sistemas de produção existe uma exigência crescente para que as decisões gerenciais tomadas no dia-a-dia estejam de acordo com a estratégia global da empresa. Mesmo as menores decisões tomadas, por exemplo, durante a fase de implantação e lançamento de um sistema de produção têm impacto por toda a vida deste sistema. A busca por garantias de integração entre o planejamento e a ação induzem ao uso de uma metodologia que proteja a alta e a média gerência de decisões contrárias à estratégia de manufatura traçada pela direção da empresa.

A solução para este problema, o Sistema de Medição de Desempenho, é plenamente

conhecida e, como já dito anteriormente, nunca foi tanto investigada quanto na última década. Este sistema deve ser capaz de traduzir a estratégia da empresa para o dia-a-dia de seus funcionários e servir de guia mesmo para as decisões mais simples. Ele deve funcionar como o termômetro da empresa, indicando se esta está na direção correta ou não. O problema deste sistema deve-se ao fato que poucas, muito poucas empresas, têm conseguido desenvolver, implantar e usar plenamente seu sistema de medição de desempenho. Apesar de reconhecerem a necessidade da mudança, muitas empresas ainda tentam se guiar por medidas de desempenho financeiras cuja correspondência física, no chão-de-fábrica, é duvidosa.

Do ponto de vista de novas pesquisas e propostas para solução deste problema, o panorama não é muito diferente. Apesar do volume de pesquisas ser respeitável, da premente necessidade de se encontrar novas soluções para a medição do desempenho, e deste assunto estar em pauta a um tempo já significativo [SKINNER, 1969 e 1986], é nítido o pouco progresso feito – A proposta mais relevante feita na última década foi o Balanced Scorecard proposto por Kaplan e Norton [1992]. A maioria dos autores se limita a “recomendações” para se desenvolver um bom conjunto de métricas. Salvo o modelo proposto por KAPLAN e NORTON [1992], poucos trabalhos significativos foram publicados.

1.2. Definição do Problema

Existe a necessidade das empresas de garantirem que as decisões diárias que dizem respeito ao sistema de produção sejam tomadas de modo a suportar os objetivos estratégicos da empresa. Para que isso ocorra é necessário que:

- **as medidas de desempenho estejam de acordo com os objetivos estratégicos da empresa; e**
- **a solução de projeto do sistema de produção e seu impacto no desempenho da empresa estejam claramente definidos.**

Mais do que um bom plano estratégico, ou de quais medidas de desempenho devem ser

aplicadas, é fundamental que a estratégia da empresa esteja claramente definida para todos os níveis hierárquicos da empresa. Depois de definir sua estratégia competitiva, é importante que todas as decisões tomadas nos níveis inferiores da empresa – nível operacional, estejam de acordo com os mais altos objetivos estratégicos. O sistema de medição de desempenho é parte integrante da solução deste problema. Assim, é nítida a influência das decisões sobre o projeto do sistema de produção em todo o ciclo de vida do sistema. Não é possível aplicar um conjunto de medidas qualquer a um sistema de produção de maneira independente. A solução de projeto do sistema de produção é dependente da estratégia, assim como as medidas de desempenho definidas.

1.3. Objetivos do trabalho

O presente trabalho propõe um sistema integrado de medição de desempenho. Assim o objetivo geral do trabalho é:

- **Desenvolver um sistema de medição de desempenho para a manufatura utilizando o projeto axiomático;**
- **Investigar a ligação entre as medidas de desempenho, o projeto do sistema de produção e o planejamento estratégico.**

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- 1. Demonstrar a integração não apenas da estratégia com as medidas de desempenho, como também com o projeto do sistema de produção;**
- 2. Investigar a hipótese de que a correta definição das medidas de desempenho conduz a excelência do sistema de produção;**
- 3. Avaliar os principais sistemas de medição de desempenho utilizados;**
- 4. Propor um método para o desenvolvimento de um sistema de medição de**

desempenho;

5. Analisar as principais abordagens utilizadas no projeto do sistema de produção segundo a ótica do Projeto Axiomático;
6. Apontar medidas de desempenho que resultem em um sistema de medição semi-acoplado segundo o projeto axiomático.

Sua contribuição é propor um sistema de medição de desempenho integrado com a estratégia da empresa. Para contextualizar a proposta realizou-se uma pesquisa junto a empresas para se conhecer seus sistemas de medição de desempenho.

1.4. Conteúdo do trabalho

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, conforme mostrado na figura 1.1. O conteúdo é apresentado a seguir.

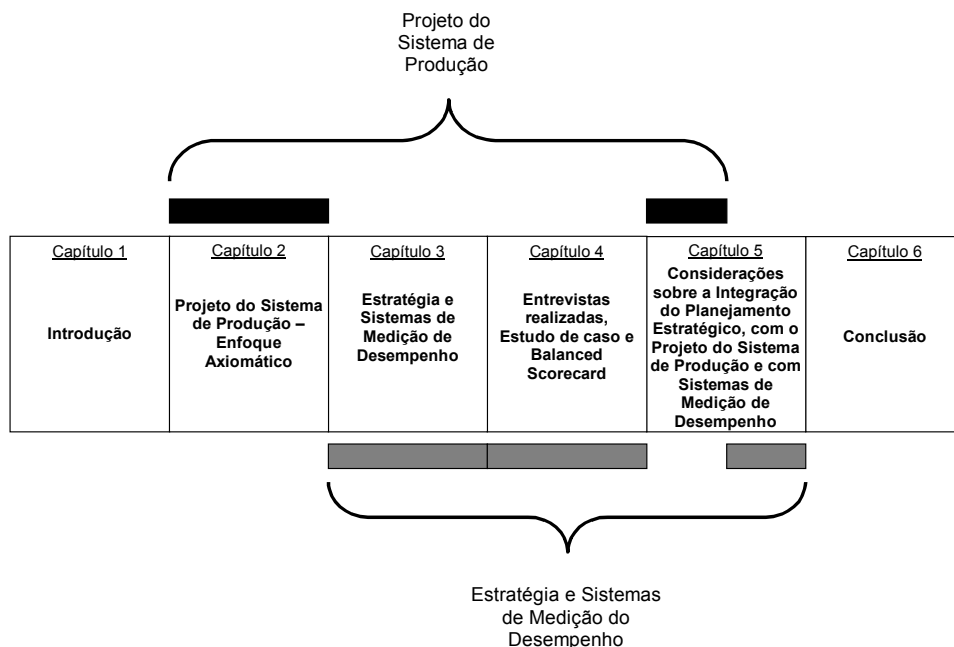


Figura 1.1. Estrutura da Tese.

- CAPÍTULO 1: Neste capítulo inicialmente faz-se uma contextualização do trabalho. A seguir apresenta-se a motivação que levou a realização da tese e a definição do problema proposto. São apresentados os objetivos deste trabalho, bem como sua contribuição. Por fim, é apresentado o conteúdo do trabalho.
- CAPÍTULO 2: Neste capítulo apresenta-se a Teoria do Projeto Axiomático. Com base nos seus princípios faz-se uma análise das principais abordagens utilizadas no projeto do sistema de produção: Americana, Japonesa e Européia.
- CAPÍTULO 3: Neste capítulo apresenta-se uma revisão bibliográfica da atividade de planejamento estratégico e seus desdobramentos no sistema de medição de desempenho da empresa. A seguir, são discutidos os requisitos para o correto desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho (SMD). Por fim, são apresentados os principais modelos existentes em literatura para o desenvolvimento de um SMD.
- CAPÍTULO 4: Neste capítulo reforça-se a importância do Balanced Scorecard (BSC), e faz-se uma pesquisa de campo onde foram entrevistadas algumas empresas. Apresenta-se uma discussão sobre a implantação, vantagens e desvantagens do BSC. Apresenta-se, também, um caso de aplicação do BSC.
- CAPÍTULO 5: Neste capítulo é discutida e apresentada uma proposta de um modelo para a medição do desempenho baseado no projeto axiomático do sistema de produção e fundamentado na estratégia de manufatura.
- CAPÍTULO 6: Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho e recomendações para futuros trabalhos.

Capítulo 2

Projeto do Sistema de Produção – Enfoque Axiomático

2.1. Introdução

O projeto do sistema de produção é analisado neste trabalho porque embasa a análise da medição de desempenho e seus objetivos essenciais. Como será desenvolvido ao longo dos próximos capítulos, o projeto do sistema de medição de desempenho e do sistema de produção não podem ser tratados de modo independente como vários autores [NEELY et al., 1995 e MASKELL, 1991] têm feito. Para se garantir a aderência entre sistema de medição de desempenho e produção, ambos devem ser desenvolvidos simultaneamente.

Neste capítulo é apresentada a teoria do Projeto Axiomático, desenvolvida pelo Prof. SUH [1990], e algumas aplicações. Inicialmente, o Projeto Axiomático foi desenvolvido para aplicação no desenvolvimento do produto, mas posteriormente foi estendida para o projeto de sistemas de produção. Neste desenvolvimento foram relevantes os trabalhos de COCHRAN & LIMA [1998] e SUH et al. [1998].

Com base nos princípios do Projeto Axiomático, faz-se uma análise das principais abordagens utilizadas no projeto do sistema de produção: Americana, Japonesa e Européia. Neste caso está sendo assumido que a solução americana para o projeto do sistema de produção foi a produção em massa, no Japão a produção enxuta, e na Europa, as modificações introduzidas no projeto do sistema de produção em algumas fábricas na Alemanha e na Volvo, Suécia.

Sem dúvida alguma esta é uma simplificação utilizada para permitir a análise do ambiente

em que estas mudanças no sistema de produção aconteceram. Estas mudanças são resultado de iniciativas isoladas, feitas por algumas empresas com o objetivo de melhor se adaptar as condições externas existentes.

2.2. Projeto Axiomático

2.2.1. Definição

O Projeto Axiomático é definido como a criação de soluções sintetizadas para se formar produtos, processos ou sistemas que satisfaçam necessidades percebidas, através do mapeamento dos desejos dos clientes em Requisitos Funcionais (*Functional Requirements* – FR) e destes em Parâmetros de Projeto (*Design Parameters* – DP). Os requisitos funcionais representam as metas do projeto ou **o que** se deseja atender. Inicialmente, é necessário entender e traduzir as necessidades dos clientes em requisitos funcionais, e depois determinar os parâmetros de projeto que satisfazem estes requisitos. Os parâmetros de projeto expressam **como** se quer satisfazer os requisitos funcionais, como mostra a figura 2.1.

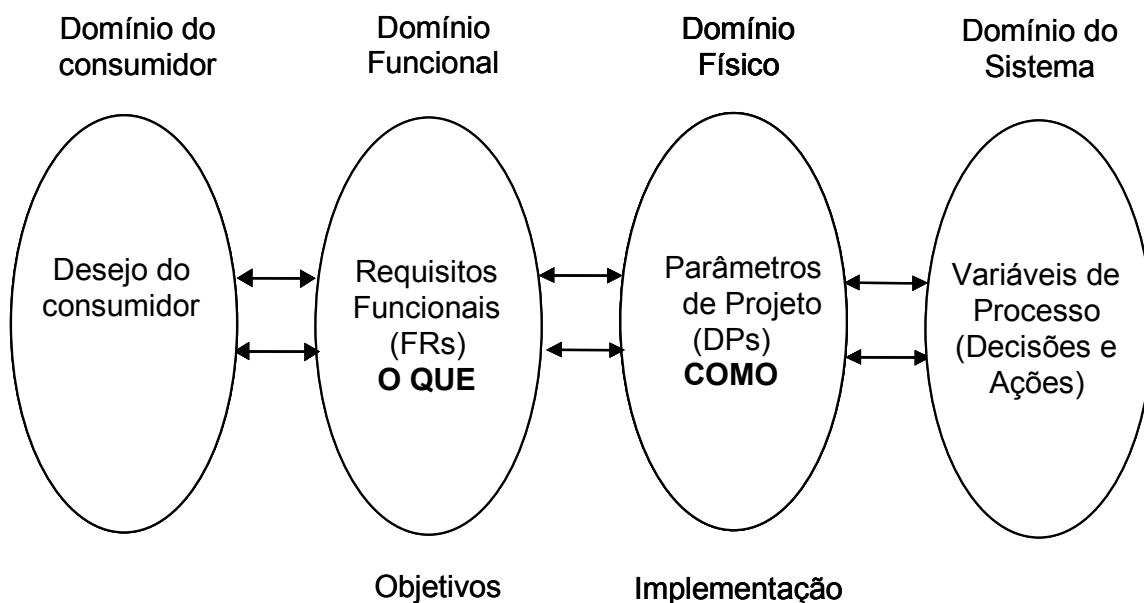


Figura 2.1. Domínios do projeto [SUH, 1990]

A correta definição dos FRs é a parte crítica do projeto. Esta definição requer que se

conheça o problema, e as suas relações. Uma definição imprecisa pode implicar em uma solução complexa, desnecessária ou mesmo inaceitável.

De modo complementar ao conceito de requisito funcional existem as restrições. Restrições são condições pré-existentes que complementam a definição dos requisitos funcionais de um dado projeto, e restringem o domínio dos DPs.

SUH [1990] analisou diversos projetos e definiu dois axiomas, a partir dos quais foi gerado um conjunto de teoremas e corolários que guiam o processo de projeto e possibilitam um bom projeto. Aqui serão discutidos estes dois axiomas - que são os fundamentais, e dos quais todos os outros teoremas e corolários são consequência. O axioma 1 trabalha com a relação entre funções - requisitos funcionais – FRs, e variáveis físicas – parâmetros de projeto – DPs. O axioma 2 analisa a questão da complexidade de um projeto. O resumo das conclusões de SUH é apresentado na figura 2.2.

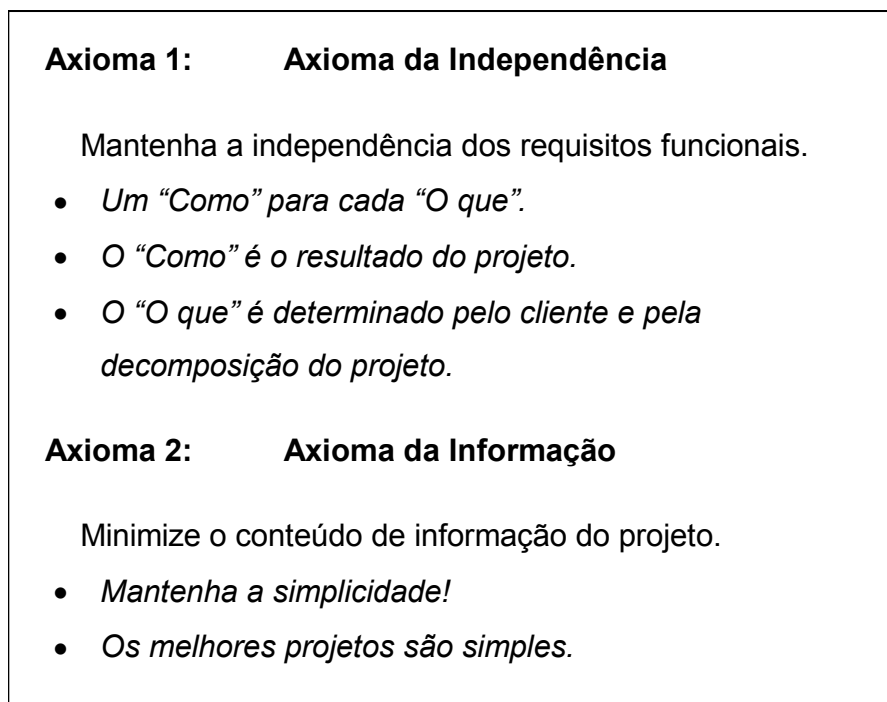


Figura 2.2. Axiomas do Projeto Axiomático

2.2.2. Axioma 1 – Axioma da independência

Por definição, os requisitos funcionais são sempre independentes entre si, mas dependendo das soluções de projeto adotadas, DPs, o sistema implementado se torna acoplado ou semi-acoplado, ou seja, um único DP, solução de projeto, resulta em diferentes respostas para mais de um FR, requisito funcional. Este axioma é aplicado analisando-se a matriz de projeto, FRs x DPs. Assim, pode-se distinguir três diferentes tipos de projetos: o projeto desacoplado (matriz diagonal), o projeto semi-acoplado (matriz triangular) e o projeto acoplado (nenhum dos dois casos). Graficamente, o sistema se comporta como mostrado na figura 2.3 para cada um dos casos.

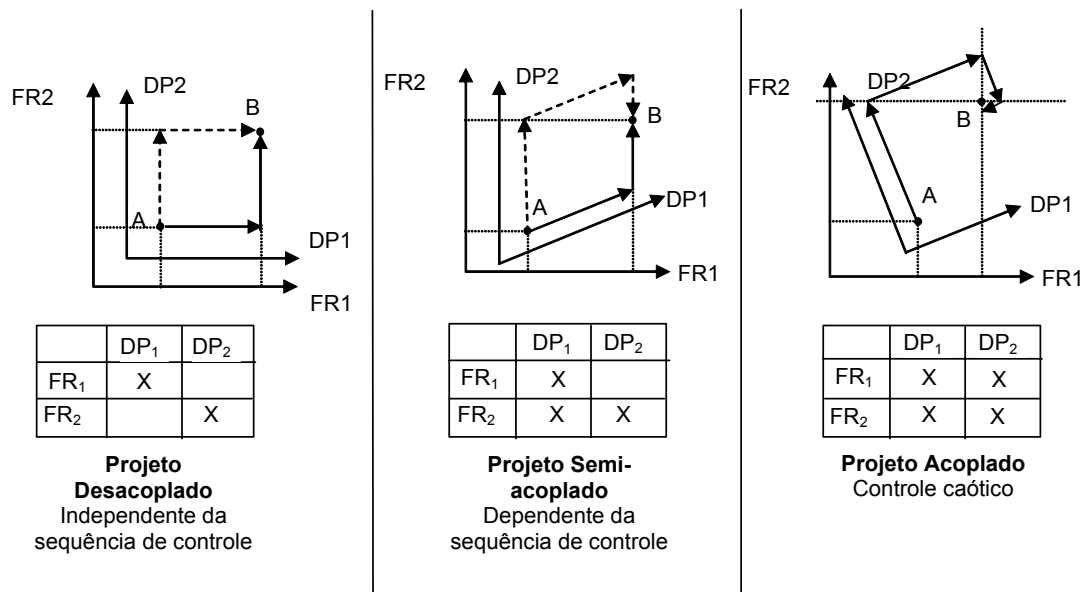


Figura 2.3. Tipos de projetos [COCHRAN et al., 2000-a].

Quando os requisitos funcionais não são atendidos por parâmetros de projeto de maneira independente tem-se um sistema caótico, complicado de ser controlado e ajustado. Tem-se um projeto acoplado. No caso oposto, no projeto desacoplado, a introdução de uma modificação em um parâmetro de projeto – DP, resulta em uma variação em um único requisito funcional. Neste

caso, o sistema é muito mais facilmente controlável e, conseqüentemente, o sistema de controle pode ser muito mais simples.

2.2.3. Axioma 2 – Axioma da informação

Por definição, o conteúdo de informação de um sistema é definido em termos da probabilidade logarítmica de um dado DP, parâmetro de projeto, satisfazer um dado requisito funcional [SUH, 1990]. Assim, o conteúdo de informação é calculado conforme a equação (2.1).

$$I = -\sum_{i=1}^n \log_2 p_i \quad \text{Eq. (2.1)}$$

Onde:

p é a probabilidade de um dado FR_n ser satisfeito pelo seu DP_n ;

n é número total de FRs.

Analisando-se a equação (2.1), observa-se que os sistemas com baixa probabilidade de sucesso têm um alto conteúdo de informação, ou seja, têm alta complexidade. Assim o conteúdo de informação do projeto deve ser minimizado, pois este impacta negativamente o projeto. De acordo com o axioma 2, a necessidade de informação é proporcional a complexidade do sistema. Assim, a introdução de informação desnecessária só contribui para piorar o sistema e tendo a necessidade de um sistema de controle mais complexo.

2.2.4. Decomposição do projeto

O detalhamento do projeto de um produto ou de um sistema implica em decompor o mesmo em uma estrutura hierárquica de projeto. Assim, o projeto é desenvolvido em zig-zag entre requisitos funcionais e parâmetros de projeto. Depois da definição do requisito funcional de mais alto nível, o passo seguinte é determinar o parâmetro do projeto que atenda este FR. Este passo é representado pelo procedimento ZIG: ir do domínio FR para o domínio DP. Com os

requisitos funcionais e os parâmetros de projeto do primeiro nível definidos, faz-se necessário satisfazer o axioma 1 – da independência. Se o axioma 1 for satisfeito no primeiro nível, a definição dos FRs do próximo nível pode ser iniciada através do procedimento ZAG. No procedimento ZAG, a partir dos parâmetros de projeto do nível i gera-se os requisitos funcionais do nível $i+1$, como mostra a figura 2.4.

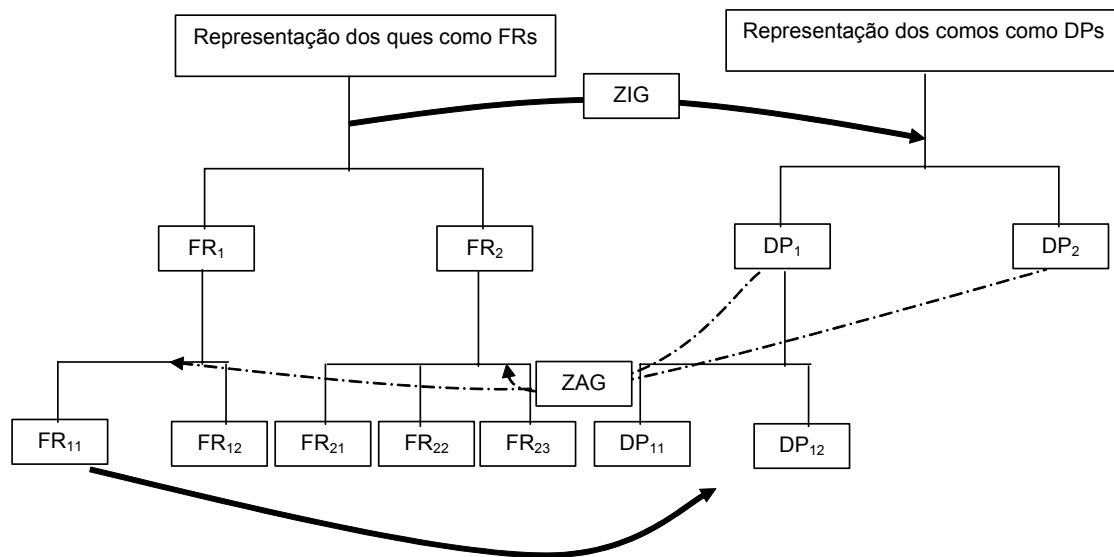


Figura 2.4. Estrutura hierárquica de projeto [COCHRAN et al., 2000-a]

2.2.5. Projeto do Produto

A seguir, apresenta-se um exemplo de decomposição para um determinado produto. Suponha-se que a equipe de projeto deva desenvolver um misturador de água que deva atender dois requisitos funcionais ¹:

FR₁ – Controlar o fluxo da água sem afetar a temperatura – V.

FR₂ – Controlar a temperatura da água sem afetar a taxa de vazão – T.

¹ Este exemplo está baseado em SUH, 1999.

Este misturador permite que o usuário fixe a temperatura da água sem afetar a taxa de vazão, bem como mudar a vazão de água sem afetar a temperatura. Muitas pessoas podem preferir este misturador aos misturadores com duplo comando, um para controlar água fria e outro para água quente. Conforme o axioma da independência o usuário deveria poder fazer isto com dois controles, um para cada requisito. A tarefa do projetista se complica pelo fato da água vir por dois tubos (quente e frio), e as duas variáveis de controle mais evidentes para este sistema serem diferentes dos requisitos funcionais especificados pelo cliente.

Assim, a solução adotada pode ser a do misturador mostrado na figura 2.5, ou seja, um misturador com duas válvulas, uma para controlar o fluxo de água quente e outra para controlar o fluxo de água fria.

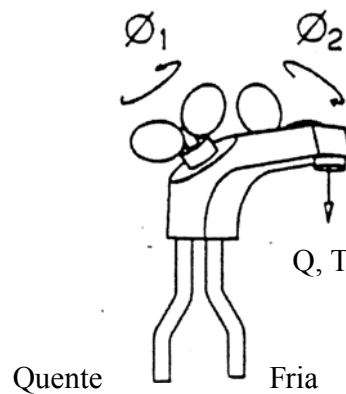


Figura 2.5. Misturador Tradicional.

Neste misturador de duas válvulas existem dois discos que podem ser girados um determinado ângulo ϕ_1 e ϕ_2 . Neste caso, estes ângulos são os DPs: $DP_1 = \phi_1$ e $DP_2 = \phi_2$. Porém este misturador não satisfaz o axioma da independência, pois ambos DPs afetam ambos FRs, como mostra a equação 2.2.

$$\begin{Bmatrix} V \\ T \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ X & X \end{bmatrix} \bullet \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{Bmatrix} \quad \text{Eq. (2.2)}$$

Assim, conclui-se que o projeto deste misturador é acoplado, e não atende o desejo dos

clientes.

O que se deseja é projetar um sistema que permita o controle independente do fluxo e da temperatura para se satisfazer o axioma da independência. Um possível projeto está representado na equação 2.3.

$$\begin{Bmatrix} V \\ T \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \bullet \begin{Bmatrix} \phi 1 \\ \phi 2 \end{Bmatrix} \quad \text{Eq. (2.3)}$$

Conceitualmente, a solução para a equação 2.3 é mostrada na figura 2.6.

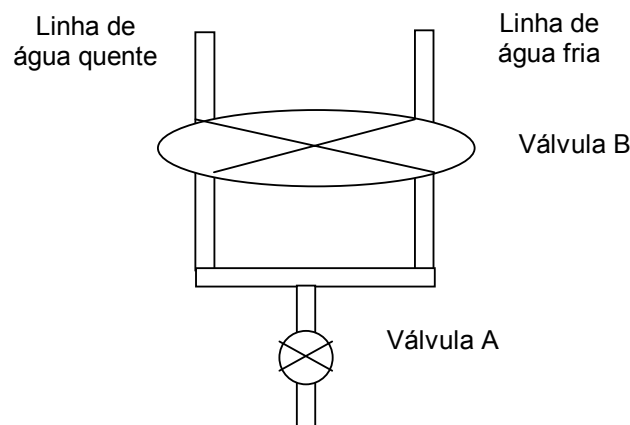


Figura 2.6. Projeto desacoplado.

Este conceito de projeto mostra que a válvula A, modelo padrão, controla o fluxo. Ela é colocada em um ponto onde a água quente e fria já estão misturadas. A válvula B deve ser projetada para controlar a temperatura.

Logo, este misturador tem um projeto desacoplado. Embora o projeto mostrado na figura 2.6 seja desacoplado, o projetista deveria tentar integrar as características do projeto em uma única parte física.

A equação 2.4 representa esta nova configuração.

$$\begin{Bmatrix} V \\ T \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \bullet \begin{Bmatrix} f(F+Q) \\ g(F/Q) \end{Bmatrix} \quad \text{Eq. (2.4)}$$

Uma expressão física da equação 2.4 pode ser projetada como mostra a figura 2.7.

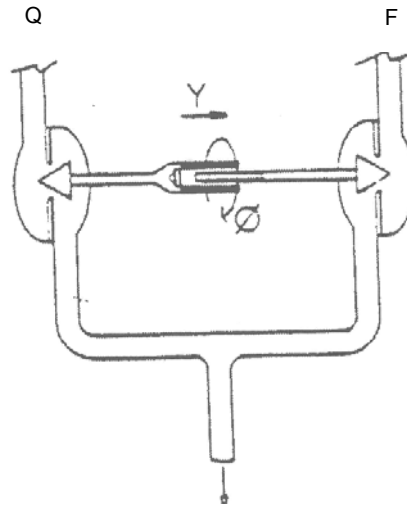


Figura 2.7. Projeto do misturador com integração física.

O deslocamento horizontal do conjunto de válvulas permite a regulação da temperatura à vazão constante. Já girando-se este conjunto regula-se a vazão de água à temperatura constante. Nesta solução as válvulas são mecanicamente conectadas, mas a rosca de uma das válvulas é mão-direita e a outra esquerda.

Já a figura 2.8 mostra o mesmo princípio de projeto, porém integrando-se os dois DPs em uma única parte física.

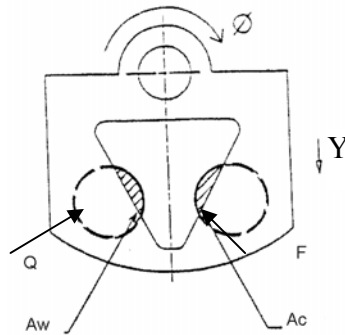


Figura 2.8. Detalhe da válvula de controle

Ambos os FRs podem ser satisfeitos com o prato móvel. O prato tem um furo triangular que afeta A_w – Área de passagem de água quente, e A_c – Área de passagem de água fria. Girando o prato ϕ controla-se a temperatura, enquanto movendo o prato na direção Y, controla-se o fluxo. Em ambos os casos o segundo FR não é afetado. O resultado deste projeto é a equação 2.5.

$$\begin{Bmatrix} V \\ T \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \bullet \begin{Bmatrix} Y \\ \phi \end{Bmatrix} \quad \text{Eq. (2.5)}$$

O projeto deste misturador satisfaz o cliente, pois se obtêm um controle independente da temperatura e da vazão. Isto é realizado com os movimentos de rotação ou de deslocamento de uma única peça. Esta solução é realizada com um misturador único.

2.2.6. Projeto do Sistema de Produção

Nesta seção é exemplificada a aplicação do projeto axiomático ao projeto dos sistemas de produção¹. Baseado nos requisitos funcionais projeta-se um sistema de produção adequado a estas necessidades. Neste caso, trata-se uma linha de montagem com as características

¹ Esta seção é baseada em LIMA, LOBO e FUMAGALI [2000].

apresentadas na tabela 2.1. O projeto do sistema de montagem desenvolvido deve satisfazer os requisitos funcionais do cliente, neste caso, quem compra os produtos montados nesta linha.

Tabela 2.1. As características do sistema de produção e do produto

	Volume (diário)	Mix (modelos)	Tamanho (litros)	Peso (kg)
Linha de montagem	~2800	~150	2	3

Os clientes desta linha de montagem têm as seguintes necessidades: receber as entregas pontualmente, no *mix* desejado e a um baixo custo. A tabela 2.2 apresenta estas necessidades na forma de requisitos funcionais.

Tabela 2.2. Requisitos Funcionais da linha de montagem

FR 1	Produzir no ritmo de demanda no cliente
FR 2	Produzir o mix requerido pelo cliente
FR 3	Minimizar custos operacionais
FR 4	Reduzir o investimento em equipamento de montagem

O sistema de produção deve ser projetado considerando-se estes requisitos funcionais e as restrições existentes. Neste caso as restrições existentes são as próprias características físicas do produto.

Os clientes desta linha de montagem são produtores de bens duráveis. Como mostrado na tabela 2.1, as principais características deste sistema são: o alto volume, grande número de modelos, e um produto pequeno e leve.

Mesmo o produto sendo leve e pequeno, sua fragilidade aponta para a minimização do

manuseio. Outra consideração importante diz respeito ao alto volume, que implica em um tempo takt¹ menor que 20 segundos. Estas duas características apontam para um sistema de montagem com operações em paralelo e operações manuais, onde equipamentos adicionais de manuseio não são necessários. Por exemplo, um conjunto de estações em paralelo foi implementado na montagem final, aumentando o tempo de ciclo, melhorando a ergonomia, e reduzindo o desperdício no manuseio. Parte do sistema projetado é apresentado na figura 2.9.

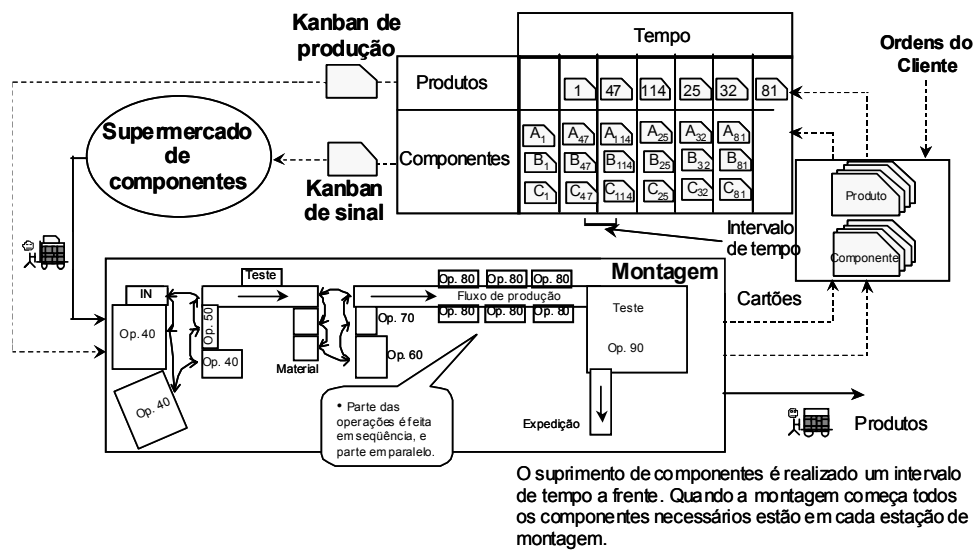


Figura 2.9. Esquema da linha de montagem, do fluxo de material e informação

O cliente envia as ordens para a fábrica. Um cartão de produção (kanban) de produto final é enviado para o quadro de nivelamento da produção (Heijunka) das células de montagem, junto com os cartões de retirada de componentes. Isto é válido para todos os componentes específicos dos produtos. Os componentes têm de ser colocados na linha de montagem antes da produção começar reduzindo o tempo de troca entre modelos. O responsável pela movimentação de material procura os componentes requeridos para o próximo lote baseado nos cartões de retirada

$$^1 \text{ Tempo Takt} = \frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Demanda}}$$

de componentes localizados no quadro de nivelamento da produção (Heijunka), como observado na figura 2.9. O tempo de troca é baixo e permite o nivelamento da produção dia-a-dia.

A decomposição do projeto desta célula de montagem é mostrada na figura 2.10. Este processo desenvolve-se como indicado na Figura 2.4. A cada nível decomposto, foi estudada a matriz de projeto, verificando-se a independência dos FRs.

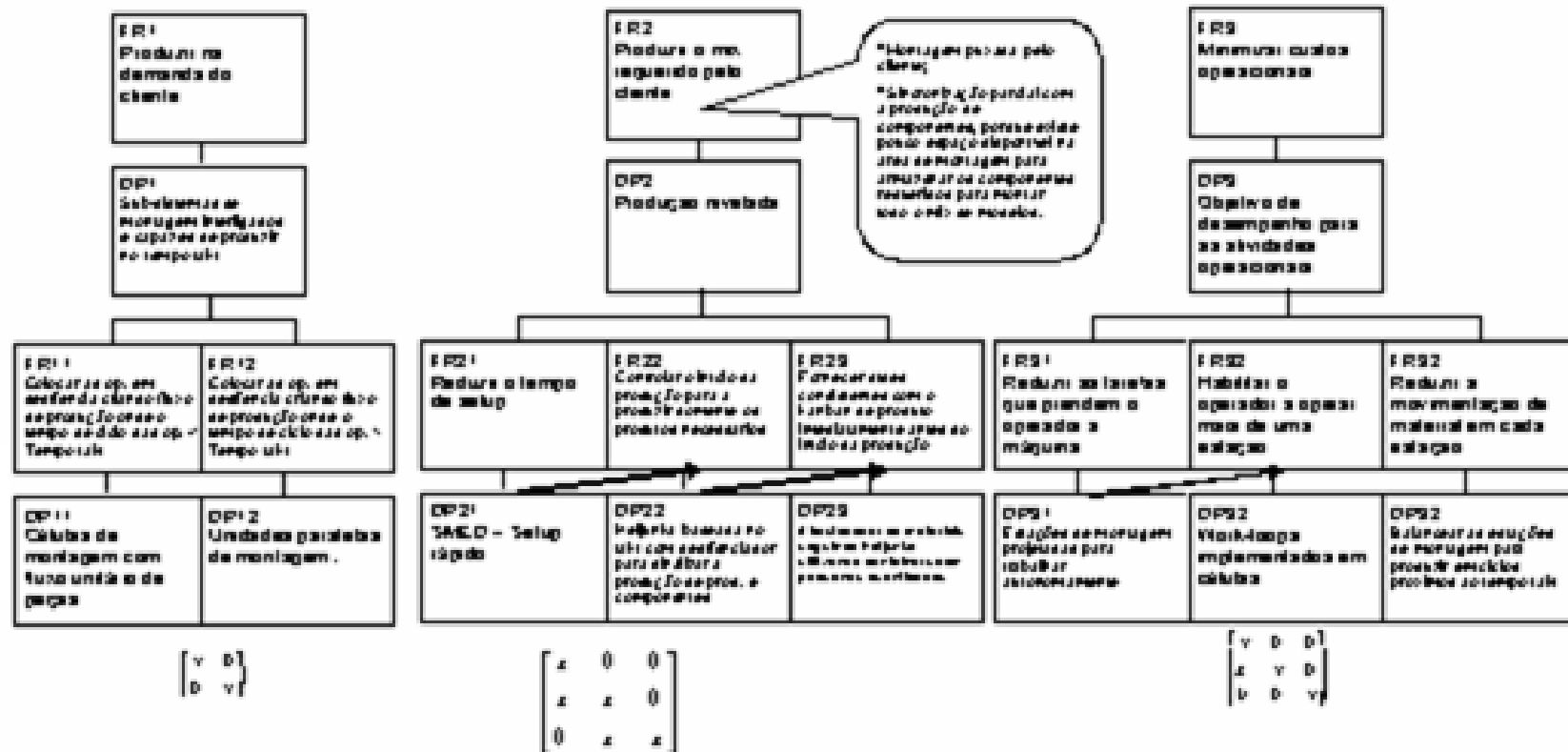


Figura 2.10. Decomposição do Projeto Axiomático da linha de montagem.

2.3. Análise dos Projetos dos Sistemas de Produção do ponto de vista do Projeto Axiomático

Nesta seção são estudadas as novas formas de organização do trabalho. Estas novas formas surgiram como alternativas viáveis ao modelo de produção fordista-taylorista (produção em massa ou sistema clássico), que em determinadas situações ambientais – mercado, mão-de-obra, economia, entre outros, tornou-se ineficiente. Junto com esta discussão, discute-se o quão diferentes estes modelos são em relação ao modelo de produção em massa. Vários autores consultados apresentam seu ponto de vista mas pouco pode-se concluir. As opiniões vão desde a total discrepância entre o modelo clássico e estas novas abordagens [CORIAT, 1994], até aquelas opiniões que se sustentam que a base científica fordista-taylorista está intacta por baixo de uma nova roupagem, afirmando ainda que estas novas abordagens não caracterizariam novos modelos propriamente ditos [ZILBOVICIUS, 1997]. Nesta seção buscou-se explorar esta questão e esclarecer alguns aspectos.

Em paralelo a esta discussão, é pertinente analisar a possível difusão destes modelos para outros países, outros ambientes com necessidades e problemas diferentes. Esta discussão é extremamente importante, pois antes de se determinar qual modelo apresenta melhor desempenho, deve-se avaliar em que condições podem-se implantá-los. Assim, procura-se traçar não só uma comparação entre os diversos modelos como também as possibilidades de difusão.

Isto se encaixa perfeitamente na análise dos sistemas de produção realizada, tendo-se em vista o Projeto Axiomático. O Projeto Axiomático é uma via científica, ou uma metodologia para se desenhar o sistema de manufatura como um todo sem a necessidade de se adotar nada a priori. Através do desenvolvimento do projeto, decompondo-se os requisitos funcionais e seus respectivos parâmetros de projeto deve-se chegar a solução de produção adequada, seja ela a taylorista/fordista, Produção Enxuta, ou qualquer outra.

2.3.1. Abordagem Americana – Produção em Massa

Muito já foi dito sobre o modelo desenvolvido por Ford [WOMACK et al., 1992], mais

tarde chamado de produção em massa. Porém alguns pontos devem ser ressaltados para o desenvolvimento deste trabalho.

Durante todo o século passado, desde a criação deste modelo de produção, os sistemas de produção foram projetados de acordo com medidas de custo, especialmente o custo unitário. Medida que também foi amplamente utilizada como medida de desempenho [JOHNSON & KAPLAN, 1987]. Basicamente o cálculo é feito da seguinte forma [COCHRAN, KIM e KIM, 2000]:

$$CP = \frac{C_{MOD} + C_{Material} + C_{Overhead\ Alocado}}{Volume} \quad (Eq. 2.6)$$

Onde,

CP = Custo unitário do produto

C_{MOD} = Custo da mão-de-obra direta

$C_{Material}$ = Custo do material

$C_{Overhead\ Alocado}$ = Custo de Overhead alocado para o produto

Volume = Número de peças produzidas

$C_{MOD} = SH \times MOD$

SH = Custo horário da Mão-de-obra direta

$C_{Overhead\ Alocado} = \beta \times C_{Overhead\ da\ fábrica}$

$C_{Overhead\ da\ fábrica}$ = Custo de overhead de toda fábrica

β = Taxa de Custo Indireto

$$\beta = \frac{MOD}{MOD_{Total}}$$

MOD = Horas de mão-de-obra direta consumida pelo produto

MOD_{Total} = Horas de mão-de-obra direta total da fábrica

Este método de alocação de custos induz os gerentes a focar a eficiência no uso da mão-de-obra direta objetivando minimizar não só o custo da mão-de-obra direta, mas também o custo de *overhead* absorvido por cada produto. No princípio, a mão-de-obra indireta era muito limitada. Todo o trabalho era feito na estação de trabalho. Em geral, a mão-de-obra direta representava 50 a 60% do custo total. Não existiam sistemas de informação a serem mantidos. O projeto do produto era muito simples e seu custo era diluído por todo o ciclo de vida do produto que era alto. Mesmo as máquinas não necessitavam de preparação entre diferentes modelos, que eram muito poucos; elas eram desenvolvidas sem nenhuma flexibilidade. Finalmente, atividades de manutenção eram muito simples porque as máquinas eram muito robustas e simples [JOHNSON & KAPLAN, 1987].

Por outro lado, o ambiente era caracterizado por um mercado com uma insaciável demanda (98% da produção vendida antes de se produzir). Carros naquele tempo eram símbolo de status social; eles eram feitos artesanalmente de acordo com as especificações do cliente. Quando Ford começou seu sistema de produção a demanda por carros era enorme.

Empresas que utilizem a Eq. 2.6 nos seus sistemas de custo tentam reduzir o custo unitário atingindo os seguintes FRs [COCHRAN, KIM e KIM, 2000] :

- FR₁ : Eliminar a necessidade de mão-de-obra direta: $MOD \rightarrow 0$;
- FR₂ : Aumentar o volume de produção: $Volume \rightarrow \infty$;
- FR₃ : Reduzir o custo de mão-de-obra direta: $SH \rightarrow 0$.

Dentro destas condições – FRs, a solução de projeto adotada por Ford incluiu ainda: intercambialidade das peças, variedade limitada (5 modelos), alta divisão do trabalho, e máquinas muito rápidas e especializadas, de modo a minimizar os custos de produção através da economia de escala.

Seu sistema foi perfeitamente projetado porque a solução de projeto satisfaz os requisitos

funcionais. A figura 2.11 mostra o sistema de Ford do ponto de vista do Projeto Axiomático.

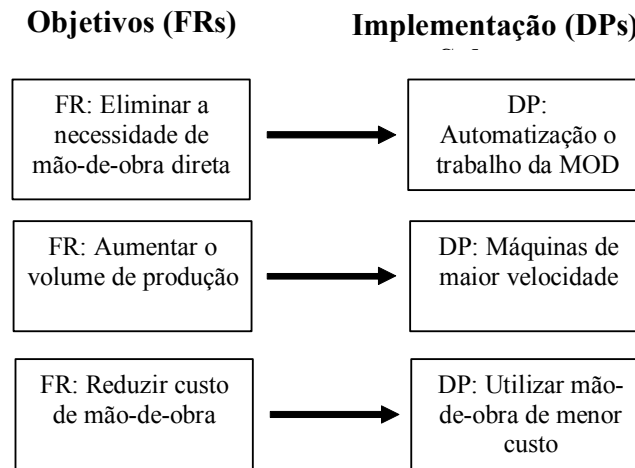


Figura 2.11. FRs e DPs usados na Produção em Massa

Estes FRs e conseqüentes DPs são resultado de uma análise do mercado e de uma estratégia definida para atingi-lo. Conseqüentemente, medidas de desempenho também podem ser definidas com base nesta estratégia. O modelo de produção em massa não é essencialmente ineficiente, na verdade os FRs originais, para os quais a produção em massa foi desenvolvida, modificaram-se como o passar dos anos e os DPs utilizados (Produção em Massa) não mais satisfazem os novos FRs [COCHRAN, 1994]. Soluções aparentemente sem sentido atualmente, eram a melhor solução possível em 1913, e durante muitos anos depois. (Por exemplo, a maximização da utilização da máquina em detrimento da utilização do homem).

2.3.2. Abordagem Sueca - Grupos Semi-Autonômos (GSA) de Trabalho

A experiência sueca (Volvo) é o melhor exemplo de aplicação de grupos semi-autonômos de trabalho. Esta iniciativa teve início em Kalmar, em 1974 com a introdução de mini-linhas de produção ao redor da linha de produção principal com o objetivo de utilizar grupos semi-autônomo e permitir que estes se autogerissem da maneira mais independente possível. Para isso, estas linhas tinham estoques de produtos em processo, isolando-as uma das outras. A linha de montagem foi dividida em várias mini-linhas, com a permissão da existência de estoques de segurança entre as mini-linhas. Devido aos estoques entre as mini-linhas, cada uma delas possui

uma independência relativa e uma certa autonomia na gestão da produção. Além disso, essas mini-linhas são mais eficientes que a linha de montagem tradicional, pois se uma mini-linha pára devido a um problema, as outras continuam a produção, e a mini-linha em questão tem condições de alcançá-las acelerando o ritmo de trabalho. Essa fábrica foi assim criada para enriquecer o trabalho e reduzir a insatisfação do trabalhador.

Esta via adotada pela Volvo foi resultado de condições ambientais muito específicas que são [MARX, 1994]:

- Nível cultural e educacional elevado;
- Alto nível de rotatividade;
- Médias salariais altíssimas;
- Grande poder sindical;
- Grande participação do Estado para o Bem Estar Social;
- Mercado predominantemente externo.

No final da década de 80 a Volvo aproveitando a experiência bem sucedida de Kalmar adotou uma estratégia agressiva de gestão da mão-de-obra e montou uma nova fábrica de automóveis em Uddevåla, na qual o controle do ritmo de trabalho passou para a inteira responsabilidade dos grupos semi-autônomos e rompeu com um dos princípios fundamentais da administração científica, o estudo dos tempos e métodos. Após alguns anos de funcionamento, Uddevåla acabou fechada entre 89 e 92, sendo posteriormente reaberta numa *jointventure* com a TRW.

Esta fábrica funcionou segundo os seguintes princípios [BERGGREN, 1993]:

- Trabalho em grupo e autonomia para os mesmos;
- Os automóveis deslocam-se sucessivamente por docas de montagem onde os GSA definem não apenas como as tarefas devem ser realizadas, mas também quando o automóvel deve passar para a próxima doca.
- Aumento significativo do tempo de ciclo de montagem em relação às linhas tradicionais – Aumento de 2 minutos para 2,5 horas. Ou seja, os trabalhadores também cumprem ciclos de 2,5 horas, o que vai de encontro às exigências ambientais;
- Equipamentos universais e pouco automatizados permitindo um aumento da flexibilidade das docas;
- Apoio total do sindicato para o sistema de produção em docas;
- Baixo volume.

Do ponto de vista da estrutura organizacional observa-se:

- Poucos níveis hierárquicos;
- Estrutura de apoio incorporada ao grupo – Sistema estrela;
- Gestão baseada em metas.

Do ponto de vista da política de RH observa-se:

- Remuneração baseada em competências necessária ao grupo;
- Treinamento *on-the-job*; GSA específico para novos trabalhadores;
- Pré-requisitos para admissão: Conhecer o produto – carteira de motorista, ler e escrever

em língua sueca, e saber trabalhar em grupo.

Do ponto de vista da formação dos grupos e sua autonomia observa-se:

- Grupos de aproximadamente 10 pessoas com um líder;
- O próprio grupo negocia suas metas de produção sendo remunerado por elas;
- Maximização da autonomia; cobrança de qualidade e quantidade por grupo;
- Uso intenso de sistemas de informação para gestão da produção;
- Estudos de tempos e métodos foram utilizados apenas no projeto da fábrica.

Do ponto de vista dos resultados técnico - econômicos de Uddevalla observa-se:

- Neste modo de gestão não foram contemplados outros aspectos como: relações com os fornecedores, maior frequência de lançamentos, organização por processos e infraestrutura organizacional em geral;
- Pouco uso da esperada flexibilidade da planta. Assim não se pode concluir que este modo de produção é mais ou menos flexível que outros;
- Alto nível de estoques devido a grande parte dos componentes utilizados ser importada;
- Melhores resultados foram obtidos nas fábricas de ônibus e caminhões;
- Embora os índices de produtividade e qualidade tenham seguidamente aumentados até a fábrica ser fechada, estes sempre estiveram aquém dos índices das fábricas japonesas.

Deve-se ressaltar que a utilização de grupos semi-autônomos pode não se sustentar por falta de uma estrutura organizacional, assim como por falta de uma estratégia que os suporte. Por fim, segundo MARX [1994], a introdução de esquemas organizacionais baseados em grupos semi-autônomos corre o risco de não se sustentar se a motivação e a ênfase do processo de mudança estiver focada somente na questão da melhoria da inserção dos trabalhadores no processo produtivo.

A bibliografia encontrada só analisa esta experiência até 1994, momento em que esta experiência foi abandonada por razões estratégicas da corporação em que esta empresa estava inserida.

De qualquer modo, fica óbvio que o projeto do sistema de produção – a solução, encontrada, foi consequência dos requisitos funcionais que o meio externo apresentou, e não apenas resultado de um exercício teórico. Do ponto de vista do Projeto Axiomático os requisitos funcionais e parâmetros de projeto são apresentados na figura 2.12 abaixo.

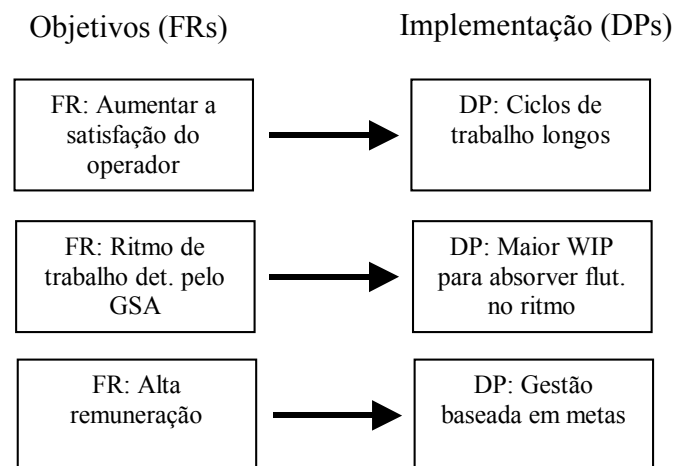


Figura 2.12. FRs e DPs usados na Produção com GSA de Trabalho

Cabe salientar que outros objetivos como a pressão por continuamente reduzir os custos e aumentar a qualidade não foram descartados, estes requisitos não foram apontados na figura 2.12 mas estes devem ser tratados como restrições dentro do projeto do sistema de produção segundo o

projeto axiomático.

2.3.3. Abordagem Alemã para organização do trabalho

Durante toda a década de 80, a indústria alemã como um todo experimentou grande sucesso. A indústria alemã cresceu muito, expandindo sua posição no mercado internacional. Um dos pilares deste sucesso era a sua posição no mercado americano. Porém, no fim da década esta situação mudou drasticamente, quando as taxas de câmbio e a estrutura de impostos foram modificadas. Estes fatos somados ao crescimento da posição japonesa no mercado americano fez com que as posições alemãs despencassem. Coincidentemente, esta queda ocorreu simultaneamente ao lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo”, de WOMACK et al., 1992. O modelo alemão sob o ponto de vista do IMVP era ineficiente, possuía áreas enormes para retrabalho de partes defeituosas e seus engenheiros e operários consideravam-se verdadeiros artesãos – o Facharbeiter [JÜRGENS, 1993].

A partir do reconhecimento destes pontos a indústria alemã passou a sistematicamente incorporar elementos da Produção Enxuta buscando a competitividade perdida, fazendo sua própria leitura do modelo japonês, e mixando-o com o seu sistema de co-determinação, descrito a seguir.

2.3.3.1. Histórico

O sistema de co-determinação alemão nasceu após a 2ª Guerra e foi ponto central da estratégia delineada pelos EUA para promover um estado capitalista socialmente atrativo. Este modelo tem forte base constitucional e desempenha forte papel na organização da sociedade em todos os níveis. Segundo JÜRGENS [1993], este sistema regula a relação entre “capital e trabalho”.

Este modelo que atingiu seu ápice na década de 80 criou o Facharbeiter. Este modelo surgiu para responder a necessidade das empresas alemãs de aumentar rapidamente seus quadros de funcionários que achavam o trabalho na indústria automobilística repetitivo demais. Estes

Facharbeiters trabalhavam como artesãos modernos. Eles tinham uma formação técnica ampla e geral e podiam desempenhar diferentes funções. Baseada nesta forma de organização do trabalho a Alemanha atingiu vários objetivos:

- A indústria alemã estabeleceu a liderança de mercado em vários setores;
- Aumento de 12% no nível de emprego na indústria automotiva.
- Dentro deste modelo organizacional, a indústria alemã passou a investir maciçamente em Manufatura Integrada por Computador - CIM e em mão-de-obra direta cada vez mais qualificada. Assim, foram automatizadas áreas predominantemente manuais como montagem final e áreas com baixos volumes, onde foram implementados Sistemas Flexíveis de Manufatura – FMS.

Segundo este modelo, dentro das empresas existe um conselho de trabalhadores, que efetivamente representa todos os níveis de trabalhadores com poderes para:

- Acessar qualquer informação econômica ou relativa ao negócio;
- Tomar parte em qualquer decisão;
- Vetar algumas medidas;
- Selecionar pessoal para demissões;
- Programar horas extras;
- Mudar o sistema de salários.

Além disso, os trabalhadores ainda têm acento no conselho da empresa e têm peso igual ao empresário – o governo é o terceiro componente do conselho. Complementando este quadro observa-se a composição de acordos macros em associações de empresas e sindicatos que guiam

as negociações locais – o que lembra muito o sistema japonês de negociação.

A crise chegou no final da década de 80 e foi assim diagnosticada: as empresas alemães possuem pontos fortes e fracos. Os pontos fracos são: a falta de comunicação, a preferência por máquinas de grande porte que produzem em grandes lotes e a substituição da voz do cliente pela do engenheiro de produto, causando uma incompatibilidade entre a melhoria contínua do produto e a diversificação. Já os pontos fortes são: um produto de qualidade superior e produtos de alto desempenho [WOMACK & JONES, 1996].

Ainda segundo o IMVP:

- Gerentes e operários consideravam-se artesões;
- Alto índice de retrabalho no fim da linha de montagem – base da qualidade alemã e sueca;
- 1/3 da mão-de-obra concentra-se nesta área final.

Logo, o IMVP recomendou fortemente que todos que usassem este modelo o abandonassem rapidamente e adotassem a Produção Enxuta. A mão-de-obra aceitou estas mudanças devido as ameaças que indústria alemã sofria na época – Japão e indústrias do leste europeu com preços mais competitivos.

Atualmente está em andamento a absorção dos conceitos da Produção Enxuta dentro dos princípios do sistema de co-determinação.

Inicialmente, as indústrias alemães leram a Produção Enxuta como sendo [JÜRGENS, 1993]:

- Grupos semi-autônomos de trabalho;

- Poucos níveis hierárquicos e descentralização da estrutura gerencial;
- Melhoria contínua;
- Engenharia simultânea;
- Desverticalização – Cadeia de fornecedores e entregas JIT.

Uma importante questão que está em aberto é como serão negociadas as reduções de mão-de-obra promovidas pela Produção Enxuta. Serão feitas de uma única vez, ou serão feitas ao longo do tempo? Aparentemente esta questão ainda não foi plenamente respondida pelos atores sociais.

É importante apontar a diferença entre o modelo de grupos de trabalho alemão e japonês. Os grupos de trabalho japoneses não desfrutam de autonomia alguma, sendo totalmente dirigidos pela gerência. A própria atividade Kaizen – desenvolvimento de melhorias contínuas do sistema de produção, é feita com base no direcionamento dado pelos gerentes. Dentro do modelo alemão, os grupos de trabalho realmente desfrutam de grande autonomia, aproximando-se muito do modelo sueco. [CARVALHO, 1998]

2.3.3.2. O caso da Porsche

A Porsche era uma empresa de modelo alemão clássico, empresa de engenharia de tamanho médio, controle familiar, com intenso foco no produto em si, sendo a preocupação mais importante da empresa o desempenho superior que o dos concorrentes. Outra característica era um organograma inteiramente departamentalizado e altamente hierárquico.

Passado o apogeu, após colecionar seguidos resultados financeiros decepcionantes, em 1991 a Porsche promoveu uma grande mudança organizacional. O primeiro passo foi reestruturar o organograma e montar uma nova estrutura de equipes no chão-de-fábrica. A seguir seus sistemas de produção foram reorganizados. Por último, definiu-se um sistema de melhoria

continua cujo foco foi: custo, qualidade, logística e movimentação. Cada uma destas dimensões passou a ser medida da seguinte forma:

Custo – Medir reduções nas horas de fabricação e esforço de montagem e reduções no volume de retrabalho, refugo e tempo de paralisação de máquina.

Qualidade – Medir o número de defeitos iniciais por componentes e por veículo imediatamente após a fabricação e defeitos detectados no teste final de cada veículo.

Logística – Medir o cumprimento dos prazos de entrega nas revendedoras e das peças para a próxima operação de fabricação e redução nos níveis de estoques.

Motivação – Medir as sugestões por funcionários de *housekeeping*, o absenteísmo, o número de acidentes, e horas de *workshops* de processo de melhoria da Porsche e treinamento por equipe.

Depois deste processo a Porsche tornou-se um exemplo de aplicação da Produção Enxuta na indústria alemã. Na verdade ela tornou-se símbolo da mistura do modelo alemão com o TPS.

2.3.4. Abordagem Japonesa – Produção Enxuta (Sistema Toyota de Produção)

O termo Produção Enxuta reporta-se a *Lean Production*, expressão cunhada pelo IMVP¹ ao reportar-se a experiência japonesa com novas técnicas gerenciais e novas formas de organização da produção, e mais precisamente ao *Toyota Production System* (TPS), onde surgiu a maior parte das técnicas que atualmente compõe a Produção Enxuta.

¹ Programa de pesquisa iniciada em 1986 realizada pelo MIT e financiada pela indústria automobilística que culminou na publicação do livro *The Machine That Changed The World* publicado em 1992 [WOMACK et al., 1992] e que perdura até os dias atuais.

Da mesma forma que a Produção em Massa, este assunto também foi bastante explorado por WOMACK et al. [1992], e não cabe aqui uma revisão completa do assunto, mas de apenas alguns pontos principais que ainda precisam ser elucidados ou são relevantes para o desenvolvimento deste trabalho.

Um primeiro ponto que diferenciava o Japão de outros países industrializados nos anos 50 foi o pequeno porte do mercado japonês e a falta de qualidade dos produtos que impediam sua exportação. Isto se traduzia na manufatura, na impossibilidade de aplicar-se a racionalização taylorista tradicionalmente adotada em países industrializados. A aplicação da administração científica de Taylor está estruturalmente ligada aos altos volumes de produção, e como no Japão o automóvel só se popularizou no início dos anos 60, a administração científica era inviável devido à absoluta falta de mercado¹.

Hoje toda a força de trabalho central no Japão possui estabilidade de emprego, isto foi uma consequência das negociações feitas entre a Toyota e seu sindicato [EHRKE, 1994]. Porém, os trabalhadores secundários e de pequenas empresas nunca chegaram a ter este benefício que atualmente é bastante contestado por grande parte da indústria. Outro aspecto que diz respeito à mão-de-obra é o sistema de remuneração baseado na produtividade e o sistema de promoção baseado no “tempo de casa” e mérito. Deve-se salientar ainda que a formação profissional dos funcionários é feita dentro da empresa, não obstante o alto nível educacional da população. Deste modo a mão-de-obra passa a constituir um mercado de trabalho interno. Do ponto de vista da empresa, ela é responsável pelo sistema de proteção social – previdência, e tem programas específicos – “*Lay-off*”, para dispensa de funcionários [EHRKE, 1994].

¹ O Japão logo após a guerra tinha 11 diferentes fabricantes de automóveis para um número total de 1.500 veículos circulantes [CORIAT, 1994].

Outro aspecto fundamental desenvolvido na Toyota diz respeito ao operário. Devido à falta de mão-de-obra existente na empresa quando o TPS começou a se desenvolver¹, o recurso a ser otimizado dentro do seu sistema produtivo é a ocupação do homem e não o da máquina como no sistema de produção clássico. Normalmente, a máquina se deprecia em poucos anos, enquanto o homem tem emprego vitalício. Otimizar a utilização deste último tornou-se uma necessidade central. Partindo deste princípio, rapidamente a Toyota rompeu com o princípio fundamental da administração taylorista onde o operário e o posto de trabalho são a mesma coisa. A Toyota rompeu este elo e separou o homem da máquina, assim um mesmo homem pode operar diversas máquinas simultaneamente.

Na tabela 2.3 é feita uma comparação entre os princípios da organização japonesa e a escola clássica [CARVALHO, 1998]. E na tabela 2.4 faz-se uma comparação entre a organização do trabalho japonesa e a organização do trabalho taylorista/fordista.

Tabela 2.3. Comparação entre os princípios da organização japonesa e da escola clássica [CARVALHO, 1998].

Princípios da prática organizacional japonesa	Princípios da escola clássica
Gestão pelos estoques para eliminação do desperdício (a fábrica mínima)	Estoque como saída para a superação de problemas e mediação com o mercado
<i>Just in Time</i> : o mercado comanda diretamente a produção	A produção é empurrada para o mercado com base em previsões de vendas
Produzir qualidade (Zero defeito)	Controlar a qualidade (re-trabalho)
Ênfase na melhoria contínua	Ênfase nos saltos tecnológicos
Algumas técnicas: Kanban, luzes Andon, CEP	

¹ Na verdade, no pós-guerra o Japão tinha superabundância de mão-de-obra, fato que não ocorria na Toyota, pois esta fechou um acordo com sindicato em bancos credores de reduzir drasticamente a mão-de-obra.

Tabela 2.4. Comparação entre a organização do trabalho japonesa e do trabalho taylorista/fordista
[Adaptado de CARVALHO, 1998].

A organização do trabalho japonesa	A organização do trabalho taylorista/fordista
Estudo de tempos e métodos	Estudo de tempos e métodos
Foco no processo/linha, agregação flexível das tarefas, trabalho em grupo	Foco na tarefa e no posto de trabalho
Trabalhadores polivalentes (<i>multiskilling</i>)	Trabalhadores especializados em postos simplificados
Produtividade da seção/linha/grupo	Produtividade medida em postos individuais de trabalho
Cooperação e comunicação	Comunicação ausente
Trabalhadores envolvidos nos grupos de melhoria (kaizen)	Organização da produção e do trabalho é prerrogativa da engenharia e da gerência

2.3.4.1. Análise do modelo de produção Japonês sob a ótica do Projeto Axiomático

Do ponto de vista do Projeto Axiomático pode-se apontar os requisitos funcionais que formam os fundamentos do STP. A figura 2.13 mostra a decomposição do projeto do sistema de produção e os respectivos DPs (Soluções de projeto utilizadas).

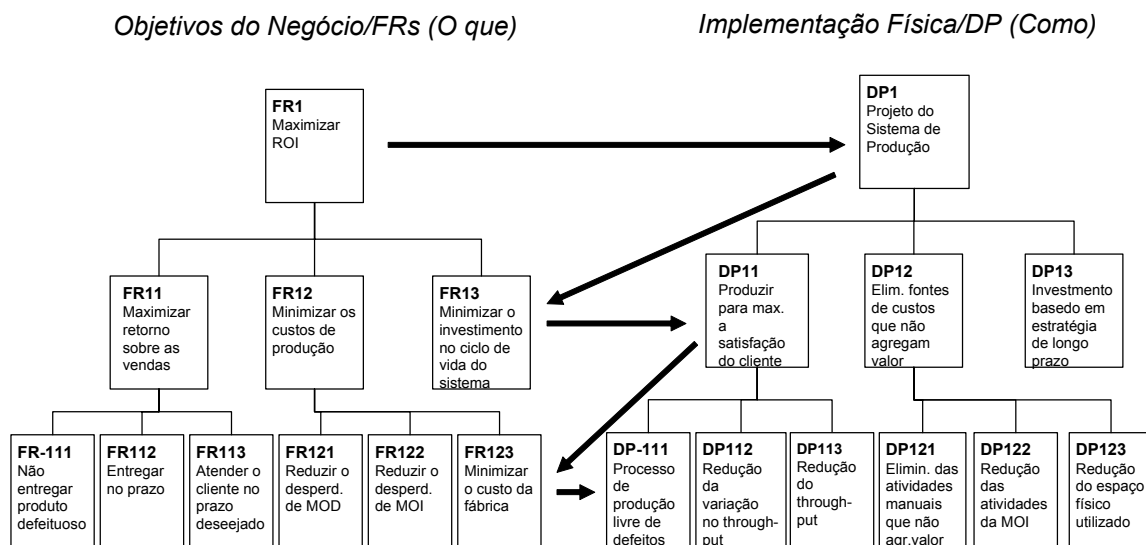


Figura 2.13. Decomposição do Projeto Axiomático do STP [COCHRAN et al, 2000-a].

2.3.4.2. Tendências atuais e futuras da organização industrial japonesa

Analisando-se o passado é nítida a dificuldade que as organizações japonesas têm enfrentado em recrutar novos operários. De modo geral, a juventude japonesa procura se afastar do trabalho nas indústrias devido às conhecidas consequências físicas e emocionais da intensidade do trabalho industrial.

Outro aspecto importante é a falta de interesse da mão-de-obra jovem em trabalhar em empresas que remuneram seus funcionários com base no “tempo de casa” e conseqüentemente paga mal aos mais jovens. O que vem a explicar porque o japonês tende a mudar pouco de emprego.

A empresa japonesa tem passado por dificuldades econômicas devido à obrigatoriedade de aumentar seguidamente os salários a medida em que seus funcionários vão envelhecendo.

Mais recentemente, outros problemas têm surgido e agravado esta situação. O agravamento da crise financeira tem reforçado os problemas dos custos relacionados com o emprego vitalício e a remuneração com base na “tempo de casa”. Outro ponto crítico é a necessidade que o sistema japonês tem de estar em permanente expansão, tendo em vista a pressão salarial interna, já que os níveis salariais estão em permanente crescimento, obrigando as empresas a expandir-se continuamente. Deste modo os aumentos salariais podem ser compensados pelo aumento da produtividade.

2.3.5. Uma Comparação possível?

O Sistema Toyota de Produção, ou o sistema adotado na Volvo ou na Alemanha, e mesmo a Produção em Massa surgiram e foram desenvolvidos em busca de soluções – DPs, para problemas específicos – FRs. Mesmo assim, pode-se fazer questionamentos como: Existe um modelo para um sistema de produção superior e completamente diferente de outro? Uma comparação em termos competitivos é possível?

Segundo ZILBOVICIUS [1997], o conceito de modelo deve ser utilizado com restrições, pois ele na verdade é fruto da análise científica das práticas encontradas nos sistemas reais. Assim ele concluiu que:

O modelo é a base para o processo de trabalho da engenharia no sentido de criar e controlar o sistema de produção, sendo assim relevante a sua análise;

Os processos reais de produção (ocidentais) não são (e não foram) exatamente tayloristas ou fordistas, mas o que orienta e orientou o projeto dos processos de produção é e vem sendo o modelo clássico, taylorista-fordista.

Porém mesmo dentro deste ponto de vista, ainda assim é pertinente realizar uma comparação entre os diversos modelos existentes. Sejam eles pertencentes a um ideário ou ao mundo real.

Comparando as práticas japonesas com a escola clássica, observa-se que a organização japonesa não abandonou o objetivo da racionalização voltada para o aumento da produtividade e a redução de custos. Neste ponto, existe uma continuidade com a escola clássica. Entretanto, segundo ZILBOVICIUS [1997], as práticas japonesas buscam racionalizar a produção combinando flexibilidade e produtividade. Adotando uma via específica para a produção em massa de produtos com baixos volumes e com grande diversificação. Deste modo, a organização japonesa rompeu com alguns princípios da administração científica que são:

- A gerência detém controle exclusivo no desenho da organização da produção e ou trabalho;
- A progressiva fragmentação e especialização do trabalho são sempre desejáveis.

Ao se comparar o modelo clássico com o modelo japonês a literatura ainda não convergiu para uma resposta única. KRAFCIK [1988], pesquisador do IMVP que cunhou o termo Produção Enxuta, admite que o sistema clássico dentro de condições especiais, pode atingir economias de escala ou taxas de utilização que superam as vantagens do sistema enxuto equivalente. A questão fundamental é distinguir em quais condições isso ocorre. Normalmente, estas situações têm se tornado cada vez mais raras.

Com base nisso, WOMACK et al. [1992] concluem: “Produção Enxuta é um modo superior para os seres humanos produzirem coisas. Oferece produtos melhores, com maior variedade e menor custo. Igualmente importante, oferece trabalho mais desafiante e satisfatório

para empregados em todos os níveis, da fábrica ao escritório central. Segue então que o mundo inteiro deve adotar Produção Enxuta, o mais rapidamente possível”.

ZILBOVICIUS [1997] e WOMACK et al. [1992] argumentam que a produção em massa não existe mais. O que se encontra na prática nos EUA após a guerra é um fordismo maduro, muito diferente do original. O que a indústria japonesa fez, foi produzir grandes volumes com uma diversificação relativamente pequena, o que já se encontrava na indústria ocidental. A grande questão levantada pelas práticas japonesas é a grande distância existente entre o modelo e a prática. No Japão, como já apresentado, as condições ambientais eram diametralmente diferentes das condições encontradas no ocidente. O que de certo modo, leva alguns autores a apontar esta como a maior barreira a difusão do modelo organizacional japonês, o que se opõe a posição de WOMACK et al. [1992].

Exemplificando estas diferenças podem-se citar o UAW (United Auto Workers), para o qual a Produção Enxuta é “*management by stress*”; e os defensores do chamado modelo sueco, para os quais o modelo de Produção Enxuta piora as condições de trabalho. Segundo ZILBOVICIUS [1997], a resposta de WOMACK et al. é: “de fato, um sistema de Produção Enxuta bem organizado remove folgas, e é por isso que é enxuto. Mas também oferece aos trabalhadores as habilidades de que necessitam para controlar seu ambiente de trabalho no contínuo desafio de fazer o trabalho seguir suavemente”.

A tabela 2.5 traça uma comparação entre as alternativas sueca, alemã e japonesa para o sistema de produção clássico. Cada um destes modelos foi desenvolvido para responder diferentes questões ambientais.

Tabela 2.5. Comparação entre os três modelos alternativos de organização do trabalho
[JÜRGENS, 1994]

Sueco	Alemão	Japonês
Mão-de-obra com algum treinamento e grande treinamento inicial	Mão-de-obra direta com grande treinamento	Mão-de-obra com algum treinamento e grande qualificação
Trabalho desacoplado do ciclo de produção	Trabalho parcialmente desacoplado do ciclo de produção	Trabalho amarrado ao ciclo de produção
Ciclos de trabalho longos (>1 hora)	Ciclos de trabalho médios (1 hora)	Ciclos de trabalho curtos (1 a 5 minutos)
GSA homogêneos	GSA heterogêneos	Grupos rigidamente dirigidos e homogêneos
Grande autonomia parcial dos GSA via <i>layout</i>	Pequena autonomia parcial dos GSA via automação e PCP	Nenhuma autonomia parcial dos grupos via JIT
GSA auto-regulado	Auto-regulação do GSA indefinida	Estruturas hierarquizadas, líder escolhido pela gerência.

O modelo sueco histórico veio basicamente responder a questão da qualidade do trabalho desempenhado pelos operadores. E, embora, como discutido anteriormente, não tenha conseguido medidas de desempenho melhores que as do modelo japonês, ainda foi pouco explorado em todas as suas possibilidades.

Já o modelo alemão, embora seja muito anterior ao sueco, ainda está em desenvolvimento. Como já citado, o modelo alemão vem absorvendo continuamente aspectos da Produção Enxuta devido à falta de competitividade geral da indústria alemã. Um exemplo marcante desta miscigenação de modelos é a Porsche – caso discutido anteriormente, que veio de uma sequência de resultados financeiros ruins para uma posição de referência mundial devido à absorção da Produção Enxuta.

O sistema de co-determinação foi desenhado para um sistema econômico com orientação de longo prazo, não sendo apta à competição baseada no tempo. Atualmente esperam-se respostas mais rápidas dos atores sociais. Neste ambiente o sistema de co-determinação comporta-se de forma demasiadamente lenta, comprometendo a competitividade das empresas.

2.4. Comentários Finais

Neste capítulo foi apresentado o Projeto Axiomático, como este se aplica a projetos em geral – projeto do produto e projeto do sistema de produção. Também foi apontado como sistemas de produção podem ser entendidos utilizando-se o Projeto Axiomático. Esta metodologia de projeto será a base para a elaboração de um sistema de medição de desempenho eficaz, feita no capítulo 5.

Tendo como fundamento o Projeto Axiomático, também foi feita a análise de diferentes sistemas de produção. Foram analisados os sistemas de produção em massa, enxuta e o modelo de organização do trabalho em GSA. Apesar destes sistemas terem surgido inicialmente em diferentes países – Estados Unidos, Japão e Suécia, isso não quer dizer que estes sistemas são representativos do que aconteceu em geral nas indústrias nestes locais. Porém pode-se garantir que as condições ambientais (FRs) que levaram as empresas (Ford, Toyota e Volvo) a optar pelas soluções (DPs) agora conhecidas, foram únicas. Assim foram apontados os requisitos funcionais de cada um destes sistemas.

A importância de se utilizar o Projeto Axiomático nesta análise foi evitar uma comparação entre os diversos modelos de produção sustentada em medidas de desempenho isoladas. Mais importante que avaliar o sistema produtivo segundo algumas medidas, é entender o que realmente foi buscado em cada um destes sistemas, atender requisitos funcionais específicos. Por outro lado, esta metodologia permitiu analisar sistemas distintos e apontar as soluções sistêmicas utilizadas para problemas diferentes.

Capítulo 3

Estratégia e Sistemas de Medição de Desempenho

3.1. Introdução

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica da atividade de planejamento estratégico e seus desdobramentos no sistema de medição de desempenho da empresa. Assim, é revista a bibliografia sobre o assunto e apresentada como a função desempenho tem sido tratada no Ocidente e no Japão – que representam duas diferentes abordagens desta questão, mas que novamente não quer dizer que nestes locais existiu um padrão comum na abordagem desta questão.

A seguir, são discutidos os requisitos para o correto desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho (SMD) adequado a cada empresa em particular. Por fim, são apresentados os principais modelos existentes em literatura para o desenvolvimento de um SMD.

3.2. Planejamento Estratégico

Segundo CHRISTENSEN [1997], é grande o número de casos de grandes empresas que tinham estratégias competitivas muito boas, mas que ficaram presas a elas durante um período prolongado, não as refizeram e tiveram sérios problemas. Entre elas pode-se citar: a Ford – Produção em massa de automóveis padronizados, GM – Integração vertical e fracionamento do mercado através de vários projetos, de modo a atender melhor o cliente, Xerox – Estratégia de vender cópias e não copiadoras, Sears – Vendas relativamente estáveis garantidas por preços

razoavelmente bem negociados em lojas localizadas em áreas residenciais emergentes, etc.

A estratégia competitiva objetiva a diferenciação. Isto implica em, deliberadamente, escolher um conjunto diferente de atividades para entregar um *mix* único de valor ao cliente. Assim, as posições estratégicas podem basear-se nas necessidades dos clientes, acessibilidade dos clientes, ou na variedade de produtos ou serviços da empresa; ou ainda na combinação dos três.

O posicionamento baseado nas necessidades dos clientes aproxima-se da idéia tradicional de focalizar um segmento de clientes. Já o posicionamento baseado no acesso pode ser função da posição geográfica do cliente ou da escala demandada pelo cliente. O cliente urbano versus o cliente de áreas rurais é um exemplo de direcionamento das atividades de modo distinto.

Segundo PORTER [1996], “Estratégia é a criação de uma única e valorosa posição, envolvendo um conjunto diferente de atividades”. Assim, a essência do posicionamento estratégico é escolher atividades que são diferentes das atividades realizadas pelos rivais.

Outra abordagem da administração estratégica, porém menos estruturada enquanto processo de desenvolvimento é a adotada por PRAHALAD e HAMEL [1990], que afirmam que a única estratégia viável para a empresa é a constante busca pela inovação. Assim, a empresa estaria garantindo o seu lugar no futuro. Por outro lado, PORTER [1985] estuda a estratégia como um processo de adequação as condições do mercado. A complementaridade entre estes autores é apresentada na figura 3.1.

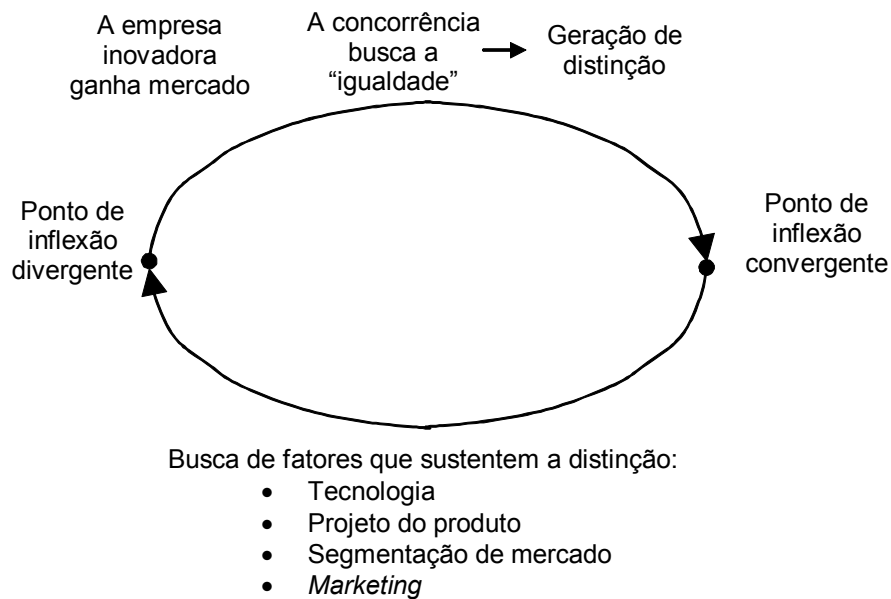


Figura 3.1. Os pontos de inflexão do mercado.

As visões da administração estratégica de Porter e, Prahalad e Hammel, são complementares. Ambos buscam garantir a existência da empresa através da administração estratégica.

Prahalad e Hammel buscam a inovação – ponto de inflexão divergente, afirmando que a através dela ganha-se mercado, lidera-se o mesmo. Esta liderança possibilita os maiores lucros. Desde modo, resta as outras empresas seguir a empresa líder e copiá-la, sem, no entanto igualar-se - ou seja, surgem produtos similares, porém com algumas melhorias. Daí advêm a diversidade de produtos. Esta diversidade permite não competir unicamente baseado nos custos. Possibilita uma diversidade de preços com base em uma variedade de especificações do produto.

Porter também busca garantir o futuro da empresa, porém ele caminha no sentido oposto, ou seja, em busca de uma estratégia de adequação, ao contrário de Prahalad e Hammel que buscam a ruptura – Estratégias inovadoras. A necessidade de uma posição confortável de mercado aliada à falta de inovação leva a busca de estratégias competitivas que garantam o futuro da empresa. PORTER [1980 e 1985] focaliza a relação entre valor e produtividade através da cadeia de valor. Esta é uma técnica pela qual a organização divide suas atividades

estrategicamente relevantes para permitir ao gerente entender tanto a natureza dos custos como a base para diferenciação. Esta análise também fornece uma estrutura para gestão da produtividade. Ele advoga que a vantagem competitiva está relacionada a vantagem de valor, que inclui qualidade para o cliente e vantagem de produtividade que é refletida em custo para o cliente. Assim, Porter propõe o uso adequado da tecnologia, do projeto do produto, da segmentação de mercado, e do marketing para sustentar uma variedade que permita evitar o confronto exclusivamente baseado nos preços onde todos os produtos são iguais, e os lucros são minimizados em busca de preços baixos - também conhecida como concorrência pela igualdade.

Porém limitar-se a continuamente lançar novos produtos no mercado em busca de variedade e objetivar apenas economias de escala não garante os lucros, e também não se pode chamar isso de estratégia de diversificação. Em geral, inicialmente estas empresas acabam sendo ultrapassadas por competidores mais bem preparados para atender nichos de mercado específicos, em geral mercados de produtos com alto grau de especialização, onde as margens são maiores. Finalmente, estas empresas também são ultrapassadas pelos concorrentes especializados em baixo custo e alto volume. [PORTER, 1996]

No desenvolvimento e implementação de uma estratégia os gerentes têm dois desafios. Primeiro, garantir que a estratégia traçada não esteja contaminada por preconceitos da equipe que a formulou, e provavelmente baseada no sucesso da estratégia usada anteriormente. Segundo, depois de definir a estratégia, como alocar os recursos corretamente e de acordo com o planejado. Ou seja, a estratégia da empresa deve refletir o seu ambiente, e a alocação dos recursos deve refletir a estratégia traçada. Infelizmente isto pouco ocorre. Os processos formais e os mecanismos de fato usados na formulação e fundação de novos projetos para desenvolver novos produtos, processos e serviços usualmente estão separados dos processos de formulação da estratégia. E os fatores pessoais, políticos, e institucionais que geralmente influenciam fortemente o desenvolvimento estratégico estão frequentemente desligados do mercado consumidor [CHRISTENSEN, 1997].

Em termos gerais, a formulação e desenvolvimento de uma determinada estratégia começa pelo pensamento estratégico, passa pela sua formulação formal, e não termina na implementação

da mesma. Na verdade ainda deve ser realizado o controle estratégico para o devido acompanhamento dos resultados e os devidos ajustes necessários.

3.3. A Função Desempenho

O controle estratégico é uma etapa fundamental dentro da administração estratégica – etapa seguinte ao planejamento, pois é através deste controle que se sabe como a organização está caminhando em direção aos objetivos estabelecidos. Porém, poucos avanços foram feitos nesta área.

O controle estratégico deve-se basear em indicadores de desempenho que mostrem claramente se os objetivos estratégicos traçados estão sendo atingidos ou não. Todas as áreas funcionais da empresa devem ter indicadores de desempenho específicos. Neste texto será focado o desempenho do sistema de produção.

Segundo FRY [1995], o desempenho da manufatura é medido através de sistemas contábeis que ainda são iguais aos existentes no início do século passado. Pode-se notar ainda que, as medidas de desempenho financeiras atenderam as necessidades da manufatura até o meio do século passado, porém, não têm aderência as atuais necessidades das empresas. Vários trabalhos foram escritos [MASKELL, 1991 e JOHNSON, 1994] com o intuito de demonstrar que os sistemas tradicionais de medição de desempenho são incapazes de suportar a inovação dentro das organizações. Apesar destes artigos serem relativamente antigos e conhecidos, o problema relativo a medição do desempenho persiste.

Quando se afirma que existe a necessidade de novas medidas de desempenho, que realmente induzam os indivíduos a agir de acordo com o comando da empresa, não se pode evitar falar dos sistemas de custeio. Os sistemas de custeio deveriam colaborar na administração da organização. A gestão estratégica dos custos é definida por SIMMONDS [1981] como a provisão e a análise dos dados gerenciais contábeis de um negócio e seus competidores para uso no desenvolvimento e monitoramento da estratégia.

JOHNSON e KAPLAN [1987] argumentam que devido à dramática mudança no ambiente do negócio ocorrido nos últimos 60 anos, o gerenciamento dos custos está baseado em premissas não mais válidas, e levam a uma visão de curto prazo. Uma das práticas mais criticadas é a alocação da mão-de-obra indireta e do *overhead* de acordo com o custo da mão-de-obra direta [JOHNSON e KAPLAN, 1987]. Isto só faz sentido quando os custos indiretos são minoritários, o que era realidade no início do século, mas não é mais. Com a redução dos ciclos de vida dos produtos este problema se agrava consideravelmente, já o custo de P&D tem menos tempo para ser diluído. Os principais problemas detectados no custeio tradicional [JEANS e MORROW, 1989]:

- A gerência contábil foi distorcida pelas necessidades dos relatórios financeiros; em particular, os sistemas de custeio dirigem-se mais pela necessidade de custear os estoques, do que por fornecer com clareza o custo dos produtos;
- Na maioria das empresas de manufatura a mão-de-obra direta foi reduzida a um percentual do custo total, não obstante ser o meio mais usado para alocar o *overhead* aos produtos;
- O custo de *overhead* não é mais um adicional a ser minimizado. As funções do *overhead* como o projeto do produto, controle de qualidade, serviço ao cliente, planejamento da produção e processamento das ordens de vendas são tão importantes para o cliente quanto o processo físico no chão-de-fábrica;
- A complexidade aumentou. Os processos de produção são mais complexos, alargaram-se as faixas de produtos, os ciclos de vida encurtaram, e a qualidade aumentou;
- Outro problema apontado no custeio tradicional deve-se a geração dos custos indiretos ser feita de maneira invisível aos gerentes de custos;
- O mercado é mais competitivo. A competição global é real para muitos setores. O sistema de gestão de custos tem de suportar processos de melhoria e as medidas de

desempenho devem estar alinhadas com os objetivos estratégicos e comerciais.

SKINNER [1969] foi o primeiro a relacionar estratégia com medidas de desempenho. Ele afirmou que “a conexão entre a manufatura e o sucesso da corporação é raramente vista como mais do que atingir alta eficiência e baixo custo”. Indo além, ele sugeriu que as empresas deveriam se concentrar não somente no custo, mas também na qualidade, fluxo, inventário e tempo, e os resultados deveriam ser medidos em termos de produtividade, serviço, qualidade e Retorno sobre o Investimento (ROI – Retorno sobre o investimento).

As medidas de desempenho devem ser derivadas da estratégia. Ou seja, elas devem ser usadas para reforçar certas variáveis estratégicas [COX, 1989]. Apesar disso, tomando como exemplo a pesquisa realizada por GOOLD e QUINN [1988] com empresas européias que apontou que poucas empresas utilizam sistemas de controle para guiar a organização, ao contrário do constatado em empresas japonesas [DANIEL e REITSPERGER, 1991]. GOOLD e QUINN [1988] pesquisaram as 200 maiores empresas inglesas e relataram que apenas 11% afirmaram ter um sistema de controle estratégico. Já ao contrário do achado por DANIEL e REITSPERGER [1991] que pesquisaram 26 firmas japonesas automotivas e consumidoras de eletrônicos, onde todos têm um sistema de controle estratégico.

Neste sentido, WHEELWRIGHT [1978] sugeriu que as medidas de desempenho fossem vinculadas a estratégia competitiva, e que estas refletissem as prioridades competitivas.

Dado que existe um consenso de que é fundamental a utilização de um sistema de medição de desempenho, e que este deve ser um resultado da estratégia da empresa, existe ainda uma questão fundamental: Quais são as medidas importantes? Quais medidas realmente fazem diferença?

Analisando a literatura existente sobre o assunto, é grande o número de medidas propostas. Porém, poucos trabalhos, que geralmente limitam-se a tecer recomendações, apontam como selecionar as medidas. Ou seja, não existe um processo estabelecido que facilite a seleção das medidas de desempenho mais convenientes a serem utilizadas. MASKELL [1991], por exemplo,

recomenda que as medidas de desempenho sejam selecionadas a partir de seis fatores identificados por ele como fundamentais na estratégia da manufatura: Qualidade, Custo, Conformidade das entregas, Tempo de ciclo de produção, Flexibilidade e Relações trabalhistas. A partir desta classificação ele aponta as medidas normalmente utilizadas em Manufaturas de Classe Mundial. Entretanto, a seleção dentre as possíveis medidas de um mesmo grupo não é analisada.

LYNCH e CROSS [1991] ainda sugerem que diferentes medidas sejam utilizadas nos diferentes níveis da organização. No seu modelo – *SMART System*, as medidas são divididas em medidas de mercado – Externas, e medidas financeiras – Internas. No nível da unidade de negócio eles sugerem que sejam utilizadas as medidas de participação no mercado e crescimento do mesmo, como medidas de mercado ou externas; e Lucratividade, Retorno sobre o Ativo e valor acionário, como medidas financeiras, ou internas. Para os níveis departamental e operacional, eles sugerem medidas mais palpáveis como percentual de peças boas, para qualidade; e número de reclamações, como medida de satisfação do cliente.

Em outro extremo, outros autores como UTZIG [1988] sugeriram a utilização de algumas medidas de desempenho. Sugerindo as seguintes medidas operacionais: *Lead Time*, tempo e custo total agregado versus não agregado, desempenho da programação, qualidade do produto, mudanças de engenharia, horas de usinagem por componente, confiabilidade da planta, equipamento e ferramentas, tempo de ciclo, gerenciamento geral/envolvimento dos funcionários, suporte de problemas, projeto com alto valor agregado, precisão na previsão de entregas. Indo ainda mais longe, HAYES et al. [1988] e SCHMENNER [1991] sugerem a utilização apenas da produtividade como medida de desempenho da manufatura.

A atividade de controle estratégico da organização ou área funcional requer o monitoramento do desempenho de diversos aspectos simultaneamente. E exatamente por este motivo não existe nenhuma medida com capacidade para representar com precisão o desenvolvimento de todos estes aspectos simultaneamente. Assim, segundo WHITE [1996], todos os autores que fazem recomendações sobre a medição do desempenho podem ser divididos

em dois grupos:

1. Simplistas: Limitam-se a buscar medidas que sejam compatíveis com a estratégia competitiva da organização;
2. Genéricos: Apresentam um conjunto de medidas possíveis a serem aplicadas, sem uma maior preocupação com a estratégia da organização, e como a seleção das medidas deve ser conduzida.

Nos dois tópicos seguintes faz-se um paralelo entre como a questão da medição do desempenho foi tratada na América do Norte e Europa e no Japão.

3.3.1 Abordagem Ocidental

Segundo SKINNER [1986], apesar de terem se esforçado muito, as empresas americanas não tem tido muito sucesso nos seus empreendimentos por mais competitividade. O modelo utilizado concentra-se em reduzir os custos e reduzir a ineficiência do processo. O ganho gerado por estas otimizações nunca chega a obter os resultados necessários, produzindo apenas pequenas melhorias.

Em geral, busca-se aumentar a produtividade da mão-de-obra direta. Este é um erro, pois vários autores têm demonstrado que na maioria das empresas os custos com a mão-de-obra direta não representam mais do que 10% do custo total. Um grande aumento na produtividade destes não influi muito no resultado global de modo a recuperar as fortunas perdidas.

Outro aspecto ruim é a excessiva atenção dada a eficiência da mão-de-obra. Segundo SKINNER [1986], 40% da vantagem competitiva baseada na manufatura deve-se a mudanças de longo prazo na estrutura da manufatura (por exemplo: quantidade, tamanho, localização e capacidade das fábricas) e modelos de gerenciamento de materiais e da força de trabalho. Outros 40% advém de grandes mudanças tecnológicas. Somente 20% da melhoria da produtividade são oriundos dos programas tradicionais de produtividade, quando, na verdade estes programas ditos

tradicionais são muito mais simples e eficazes.

Outra consequência de perseguir a produtividade cegamente é ignorar outros caminhos para competir que usam a manufatura como recurso estratégico. Por fim, esta busca por produtividade falha em fornecer ou suportar uma estratégia de manufatura coerente.

A batalha perdida devido aos custos mais altos não pode ser ganha por uma simples redução de custos. A empresa que segue este modelo torna-se uma prisioneira dos altos investimentos em produção de baixo custo [SKINNER, 1986]. Quando se dirige a estratégia da manufatura por esta premissa, perde-se flexibilidade, assim como a habilidade de se introduzir rapidamente novos produtos. A total concentração na produtividade prejudica a inovação, tornando os gerentes pouco receptivos a mudanças. O foco na produtividade força os gerentes a se concentrarem no curto prazo somente no operacional. Quando a meta é o baixo custo, como nas operações orientadas para a eficiência, a qualidade freqüentemente cai. Quando a qualidade é a meta, os baixos custos são uma consequência.

Em um ambiente dirigido exclusivamente pelo baixo custo ou pela produtividade não há espaço para o serviço ao cliente, entregas, *lead time*, qualidade e giro de inventário. Tudo se resume nas horas diretas de produção.

Uma história de 150 anos da manufatura baseada na produtividade – desde Taylor, tornou o ambiente de fábrica pouco atrativo, repelindo assim, as mentes mais criativas. Para romper com este modelo é necessário [SKINNER, 1986]:

- a. Reconhecer que este modelo para produtividade não funciona bem o bastante para manter os custos da empresa competitivos;
- b. Aceitar o fato que a manufatura tem problemas e deve ser dirigida de forma diferente;
- c. Desenvolver e implementar uma estratégia de manufatura;

- d. Adotar novas tecnologias de processo;
- e. Fazer grandes mudanças na seleção, desenvolvimento, atribuições e no sistema de recompensas para gerentes de manufatura.

Assim, quando as empresas deixarem de lado a produtividade como um fim último e focalizarem a manufatura como uma arma estratégica, poderão competir novamente. Ao invés de focar a produtividade, a manufatura deve ter como objetivo a competitividade [SKINNER, 1986].

3.3.2 Abordagem Japonesa

Uma pesquisa realizada por FRY [1995], em empresas japonesas de diversos setores, ficou constatado que a importância dada às medidas financeiras e de qualidade variam conforme o nível hierárquico dos funcionários, como mostrado na figura 3.2.

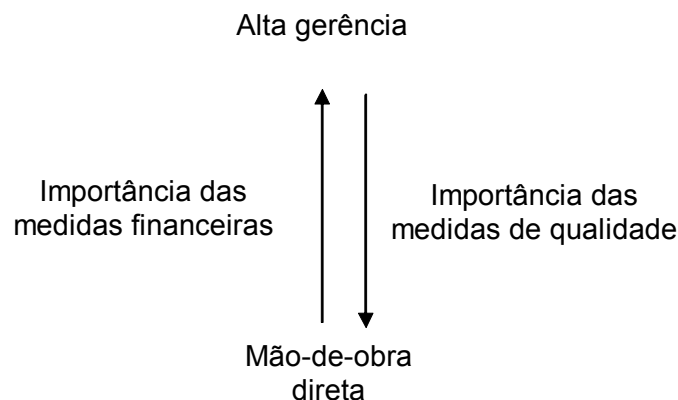


Figura 3.2. Importância das medidas financeiras e de qualidade no Japão segundo o nível hierárquico [Adaptado de FRY, 1995].

Na gerência de alto nível considera-se a qualidade como critério ganhador de pedidos. Adota-se o relatório de Perdas & Lucros como critério avaliador do seu próprio desempenho. A alta gerência japonesa busca um aumento no resultado financeiro através de mais qualidade e menor tempo de entrega. Isto reflete uma visão de longo prazo [FRY, 1995]. Ao contrário do

reportado pelo CAM-I [OSTRENGA et al., 1993], os altos gerentes japoneses utilizam largamente medidas financeiras.

A média gerência, por outro lado, não demonstra uma tendência por nenhum critério específico. Já a baixa gerência vê a qualidade como critério de desempenho das suas funções.

Por fim, a mão-de-obra direta considera a qualidade como seu critério de desempenho. Isto reflete a preocupação das empresas japonesas com o atendimento ao consumidor, pois o fator mais importante para o mercado é adotado como critério de desempenho do chão-de-fábrica. Em resumo chega-se à figura 3.3.

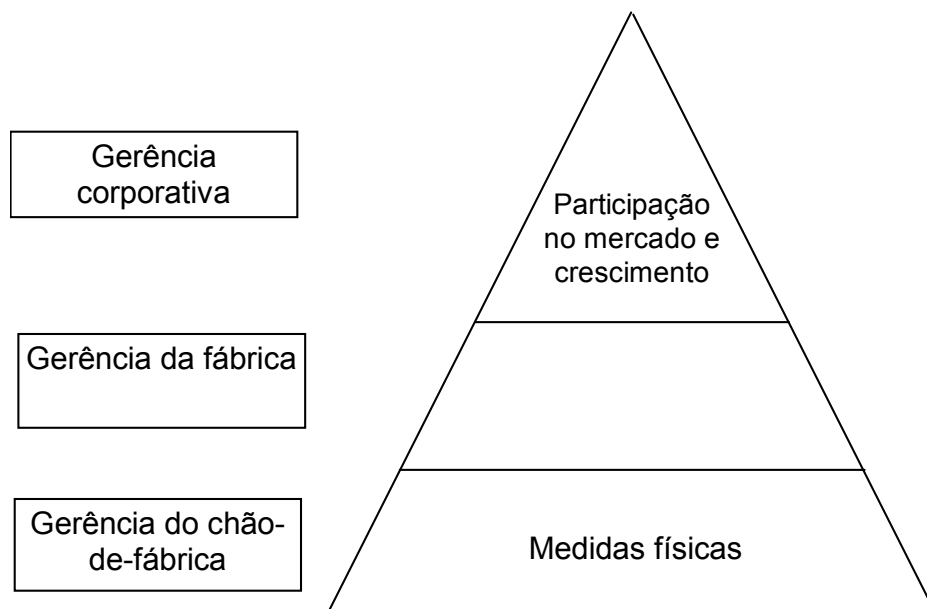


Figura 3.3. Medidas de desempenho no Japão [FRY, 1995].

Observou-se também, uma tendência de mudar de medida de desempenho assim que esta seja otimizada. Ou seja, quando um objetivo traçado é atingido, adotam-se outras medidas de desempenho a fim de manter a organização em constante progresso.

Outra tendência importante observada nas empresas japonesas é a maior atenção dada ao custeio do produto na fase de projeto [YOSHIKAWA et al.,1989; SAKURAI, 1989], ou seja, o

custo alvo do produto.

3.4. Sistemas de Medição de Desempenho

Segundo NEELY et al. [1995], a medição do desempenho é o processo de quantificação da eficiência e efetividade de uma ação. Já medida de desempenho é a escala usada para quantificar a eficiência e/ou efetividade de uma ação. Assim, o sistema de medição do desempenho é o conjunto de medidas usadas para quantificar tanto a eficiência quanto a efetividade de um conjunto de ações.

Outro ponto importante diz respeito ao que medir. Diversos trabalhos foram feitos criticando as medidas tradicionalmente utilizadas como ocupação, custo dos materiais de produção, entre outros. Isto acontece, pois muitas medidas de desempenho ainda utilizadas têm se mostrado insatisfatório por não considerarem as recentes mudanças gerenciais, organizacionais ou tecnológicas [PINTO e PIRES, 1997].

Na tabela 3.1 apresenta-se como muitas medidas não refletem as melhorias implementadas no chão-de-fábrica ou até prejudicam o desempenho da mesma.

Tabela 3.1. O risco das medidas de desempenho que não agregam valor [GIFFI, 1990]

Medidas tradicionais	Incentivo	Resultados obtidos
Utilização dos recursos	Maximizar a utilização dos recursos através de uma produção elevada	Excesso de inventário de produtos acabados
Eficiência da mão-de-obra direta, utilização e produtividade.	Aumento do número de horas-homem trabalhadas	Excesso de inventário de produtos acabados
Preço de compra	Aceitação de grandes lotes para assegurar baixos preços de compra	Materiais de baixa qualidade e potencial de alto nível de inventário
Absorção da mão-de-obra indireta	Altas quantidades de horas trabalhadas para diluir os custos indiretos	Excesso de inventário de produtos acabados
Variabilidade	Atenção direta dos gerentes somente para variâncias desfavoráveis	Não incentiva a redução da quantidade e do custo dos produtos rejeitados
Reportagem de horas diretas	Analisar os custos da mão-de-obra direta	Atenção desproporcional aos custos da mão-de-obra direta que em geral não passam de 10%
Composição dos custos indiretos	Relatar os custos indiretos	Não enfatiza os direcionadores de custo e as atividades indiretas que não agregam valor
Qualidade	Comparar os custos da qualidade com o orçamento do departamento de controle da qualidade	Não enfatiza medidas preventivas para reduzir os custos de falha

As medidas de desempenho devem ser sempre representativas, ou seja, ser suficientes para apontar com precisão o nível de evolução da empresa e devem ser utilizados para levar a empresa a evoluir.

Assim, surge a necessidade de estabelecer um novo conjunto de medidas, que ligue o planejamento estratégico às ações diárias na fábrica. Estas medidas de desempenho devem ter como fundamento o custo, a qualidade ou o tempo, ou seja, objetivos básicos. Porém, cada empresa deve construir para si um conjunto específico de medidas, adaptado a sua realidade e as suas necessidades estratégicas.

Outro aspecto relevante ao conjunto de medidas de desempenho utilizado diz respeito à quantidade. Nenhuma empresa ou gerente consegue se deter na melhoria do desempenho de, por exemplo, quinze indicadores ao mesmo tempo. Deste modo, segundo KAPLAN e NORTON [1996], em um dado período de tempo, é preciso definir um número limitado de objetivos a serem alcançados pela empresa e suas divisões.

O objetivo principal do sistema de medição de desempenho é obter informações que foquem os esforços da organização ao aperfeiçoamento dos processos, ao mesmo tempo em que se constroem posições competitivas consistentes.

Segundo OSTRENGA et al. [1993] existem três papéis principais para um sistema de medição de desempenho:

- Permitir a gerência monitorar a empresa, sabendo quais aspectos precisam de mais atenção;
- Funcionar como elemento de comunicação, apontando constantemente para as pessoas aquilo que é importante atingir; e
- Servir de sistema de recompensa da empresa.

A utilização de um conjunto de medidas de desempenho balanceado, ou seja, onde nenhuma medida de desempenho predomine sobre as outras auxilia no gerenciamento das ações diárias dentro da fábrica objetivando a estratégia global da empresa. Assim, estas medidas permitem monitorar a evolução da empresa em busca de novas capacidades e fundamentos para o crescimento futuro. Ou seja, ligam as ações de curto prazo com a estratégia de longo prazo da empresa.

A maioria dos sistemas de medição de desempenho limita-se a especificar as características do sistema de medição do desempenho [GLOBERSON, 1985]:

- Os critérios de desempenho têm que ser escolhidos de acordo com os objetivos da empresa;
- Os critérios têm que possibilitar a comparação com organizações que atuam no mesmo negócio;
- O propósito de cada critério adotado deve ser claro;
- Os métodos de coleta de dados e cálculo das medidas têm de estar claramente definidos;
- Os critérios de desempenho baseados em taxas são preferíveis a números absolutos;
- O critério de desempenho deve estar sob o controle da unidade organizacional avaliada;
- O critério de desempenho deve ser selecionado através de discussões com o pessoal envolvido (clientes, empregados e gerentes);
- Critérios de desempenho objetivos são preferíveis aos subjetivos.

Na figura 3.4 são resumidos os princípios que devem guiar o projeto de um sistema de medição do desempenho. Ainda segundo STAINER [1997], o desempenho é medido através de seis dimensões que podem ser agrupadas em duas categorias distintas que são relacionadas com os resultados da efetividade de uma escolha estratégica (competitividade de mercado e desempenho financeiro) e os determinantes do sucesso competitivo (qualidade, flexibilidade, produtividade e inovação).

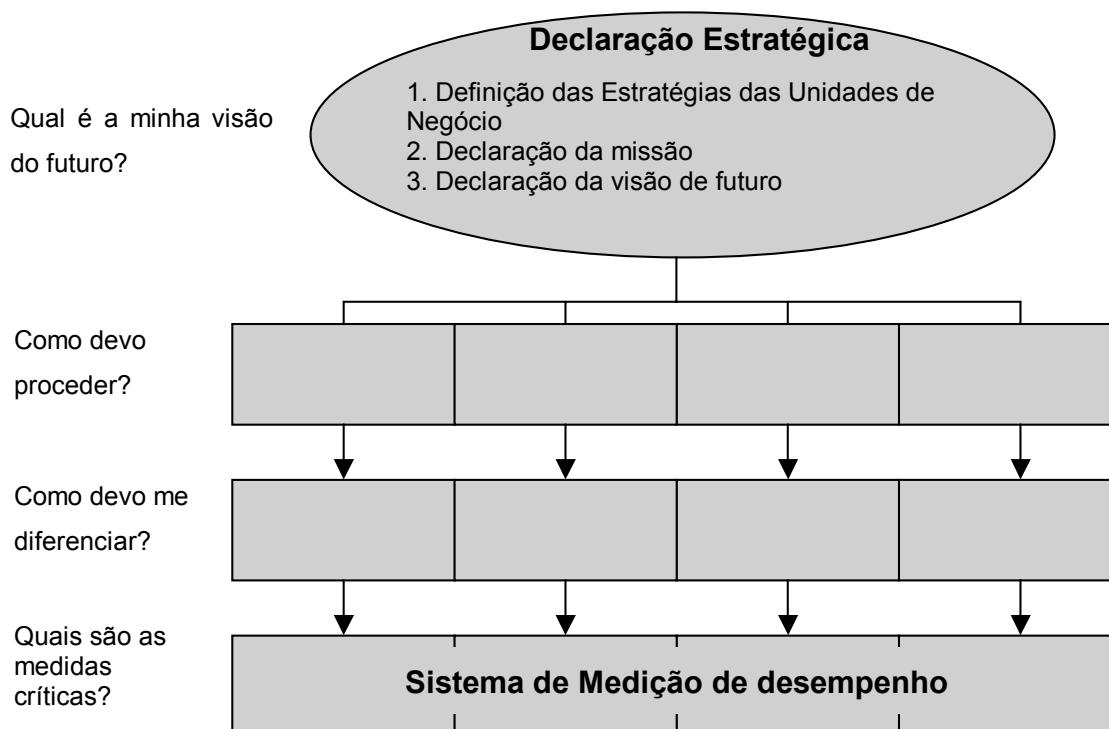


Figura 3.4. Orientação do sistema de medição de desempenho.

Nas seções seguintes são apresentados os principais trabalhos desenvolvidos na área de medição de desempenho. Neste grupo foram incluídos apenas os sistemas que se propõem a ser suficientemente genérico para serem aplicados a diferentes indústrias ou atividades. Estes sistemas de medição de desempenho são gerais e podem ser aplicados à empresas de diferentes áreas de atuação, apesar de toda a discussão realizada neste trabalho ser direcionada para sistemas de produção.

3.4.1 Um Guia para Medição do Desempenho

Muitos autores apontam que ao invés de procurar por sistema para medição do desempenho, cada organização deve desenvolver seu próprio sistema baseado no plano estratégico. Eles sugerem que as medidas devem ser baseadas em seis fatores fundamentais para a manufatura: qualidade, custo, entregas no prazo, tempo de ciclo de produção, flexibilidade, e relações trabalhistas.

MASKELL [1991], que é provavelmente a melhor referência nesta direção, argumenta que um bom conjunto de medidas de desempenho é:

- Um desenvolvimento da estratégia de negócio;
- Essencialmente não financeiro;
- Local;
- Mutável;
- Simples de usar;
- Um realimentador de informações; e
- Facilitador para melhoria contínua.

No desenvolvimento de um Sistema de Medição de Desempenho, MASKELL [1996] aponta o bom entendimento da estratégia da empresa como o ponto de partida. A seguir, os fatores críticos desta estratégia devem ser determinados. Então, medidas de desempenho devem ser desenvolvidas para refletir o desempenho da organização nestes fatores.

3.4.2 Um sistema de medição de desempenho baseado no processo

OSTRENGA et al. [1993] propõe um SMD – Sistema de Medição de Desempenho, mostrado na figura 3.5, baseado nos processos do negócio. A avaliação de desempenho baseado no processo é útil porque avalia a organização pelo que ela faz, e como ela faz.

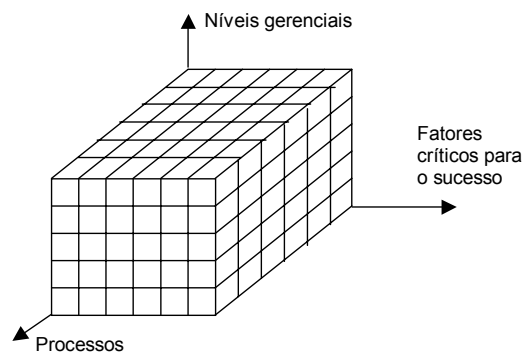


Figura 3.5. SMD baseado no processo [OSTRENGA et al., 1993]

A aplicação deste SMD na organização define os níveis gerenciais envolvidos, os processos avaliados, e os fatores críticos nos processos; incluindo custo, confiabilidade, e rápida introdução de novos produtos. Neste sentido, a análise de cada um dos cubos da figura 3.5 fornece informações tais como:

- Fatores de sucesso não suportados pelas medidas de desempenho;
- Fatores de sucesso suportados apenas em processos isolados;
- Fatores de sucesso pouco definidos para todos os níveis gerenciais;
- Processo sub - ou super avaliado; e
- Níveis gerenciais suportados ou não suportados pelas medidas de desempenho.

3.5. Uma Estrutura para o Desenvolvimento de um SMD

WISNER e FAWCETT [1991] e outros autores admitem que é impossível desenvolver um SMD que possa ser aplicado a toda empresa e que é melhor desenvolver uma metodologia de desenvolvimento de medidas de desempenho. Isso é diferente e promissor, embora uma estrutura de desenvolvimento seja o próprio SMD buscado. Eles propõem uma lista de passos para

desenvolvimento de um SMD:

- Entender a missão da empresa;
- Identificar os objetivos estratégicos da organização, usando a missão como guia;
- Desenvolver um entendimento de como cada área deve contribuir para atingir os objetivos estratégicos;
- Desenvolver um sistema global de medidas capaz de mostrar a posição competitiva da empresa em cada área funcional;
- Comunicar os objetivos estratégicos e metas de desempenho para todos os níveis hierárquicos e estabelecer medidas específicas para cada nível;
- Garantir a consistência entre os objetivos estratégicos e as medidas utilizadas em cada nível;
- Garantir compatibilidade entre as medidas utilizadas em todas as áreas funcionais;
- Uso de um SMD para identificar a posição competitiva da organização, identificar áreas problemáticas. Atualizar os objetivos estratégicos e alcançá-los, e fornecer *feedback* depois da implementação; e
- Reavaliar a aderência entre o SMD e o ambiente competitivo.

NELLY et al. [1995] também aponta que o SMD deve ser desenvolvido do ponto de vista do processo e deve considerar três diferentes níveis: a medida de desempenho individual utilizada para avaliar cada atividade; o conjunto de medidas como um sistema; e, a relação do sistema com seu ambiente, definindo como as medidas vão ser utilizadas e atualizadas. Para selecionar as medidas a utilizar, NEELY et al. [1995] aponta quatro fatores críticos e suas múltiplas

dimensões, mostradas na tabela 3.2.

Tabela 3.2. Múltiplas Dimensões da Qualidade, Tempo, Custo e Flexibilidade
[NEELY et al., 1995]

Tempo	Qualidade	Custo	Flexibilidade
<i>Lead time</i> de produção	Desempenho	Custo de Produção	Qualidade do material
<i>Llead time</i> de entrega	Características	Valor agregado	Qualidade da produção
Entregas no prazo	Confiabilidade	Preço de venda	Introdução de novos produtos
Frequência de entregas	Conformidade	Custo de Manutenção	Capacidade de entregas
	Durabilidade		Volume
	Manutenção		Mix
	Estética		Mix de recursos
	Humanidades		

3.6. Um Sistema Consistente de Gestão do Desempenho

FLAPPER et al. [1996] propõe um método para projetar um SMD de modo consistente, dando especial atenção às relações de causa-efeito entre as medidas de desempenho. Isto garante que as medidas no chão-de-fábrica estarão de acordo não apenas com as medidas da alta gerência como também com as medidas das outras áreas funcionais. Para estruturar este método eles classificam as medidas pelas suas dimensões intrínsecas. Eles identificam as seguintes dimensões intrínsecas:

- Tipo de decisão: Estratégica/Tática/Operacional;

- Nível de agregação: Total/Parcial;
- Unidade de medida: Monetária/ Física/Adimensional.

Estas dimensões são mostradas na Figura 3.6.

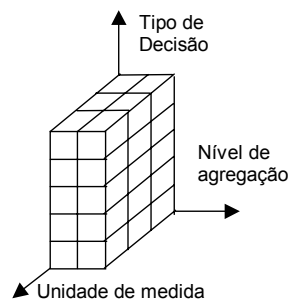


Figura 3.6. Dimensões intrínsecas da medição de desempenho [FLAPPER et al., 1996]

A primeira dimensão intrínseca, tipo de decisão, corresponde a qual tipo de decisão a medida suportará. A decisão pode ser estratégica, tática, ou operacional. Decisões estratégicas são as menos utilizadas, e as operacionais as mais comuns – utilizadas muitas vezes ao dia. FLAPPER et al. [1996] argumenta que os gerentes devem entender estes três tipos de decisão e tê-los em mente para poderem estabelecer um conjunto consistente de medidas de desempenho.

A segunda dimensão intrínseca, o nível de agregação, estabelece as relações verticais e horizontais entre as diferentes medidas de desempenho e reflete o nível de informação que cada nível gerencial necessita para avaliar o desempenho da empresa. Por exemplo, a alta gerência da empresa deve receber indicadores do tipo ROI (mais informação agregada), enquanto a gerência da produção deve ser abastecida com informações que mostrem o status da programação e se o cliente será satisfeito (menor conteúdo de informação).

A terceira dimensão intrínseca, a unidade de medida, pode ser monetária, física ou sem dimensão. A dimensão mostra o impacto de uma medida nas outras. Um exemplo disto é o nível de rejeito (física) impactando o ROI (monetária), no nível superior da empresa.

Baseado nestas dimensões intrínsecas, FLAPPER et al. [1996] sugere o seguinte para projetar um consistente SMD:

- Definir as medidas de desempenho;
- Definir as relações entre as medidas de desempenho; e
- Estabelecer metas para estas medidas.

Para o primeiro passo, três tipos de ponto de vista são sugeridos para seleção das medidas: medidas usadas pelo cliente para avaliar seu fornecedor, pelo fornecedor para avaliar a si mesmo, e pelo fornecedor para avaliar seus próprios fornecedores. Estes três diferentes tipos de medidas facilitam a escolha da medida e também sugerem a direção a ser seguida no desenvolvimento do SMD. Se uma visão *top-down* da organização for utilizada, as medidas de desempenho são mais bem definidas com base na estrutura funcional da empresa. Por outro lado, se uma visão *bottom-up* é utilizada, as tarefas são um melhor suporte para definir as medidas de desempenho.

O segundo passo analisa as relações entre as medidas de desempenho dentro e entre as funções. Isto é importante, pois garante a ligação entre as medidas e os objetivos estratégicos da empresa. A Figura 3.7 mostra um exemplo das relações entre três medidas de desempenho.

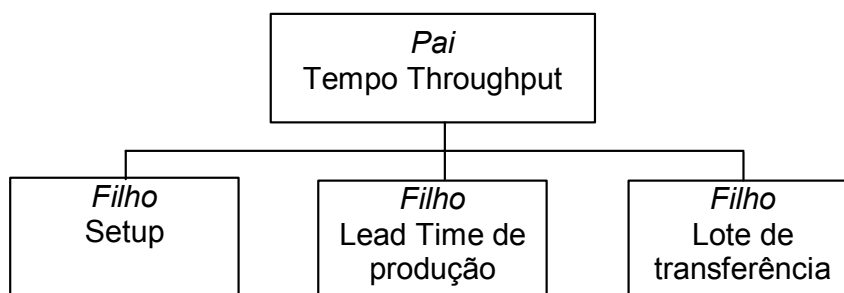


Figura 3.7. Relações entre as medidas [Adaptado de FLAPPER et al., 1996]

O terceiro passo estabelece metas de desempenho. É o ponto de início para um processo de melhoria contínua. Além disso, cada meta estabelecida para uma medida pai tem de ser

decomposta em metas para seus filhos.

3.7. Balanced Scorecard

O Balanced Scorecard, proposto por KAPLAN e NORTON [1992] é apresentado na figura 3.8. Ele acrescenta às medidas financeiras tradicionais medidas de desempenho de três perspectivas adicionais - dos clientes, do processo interno do negócio e do crescimento e aprendizado da organização. Isto possibilita as empresas acompanharem os resultados financeiros, enquanto, simultaneamente, monitoram o progresso da construção de capacidade e obtenção das disponibilidades intangíveis, que elas precisarão para crescer no futuro.

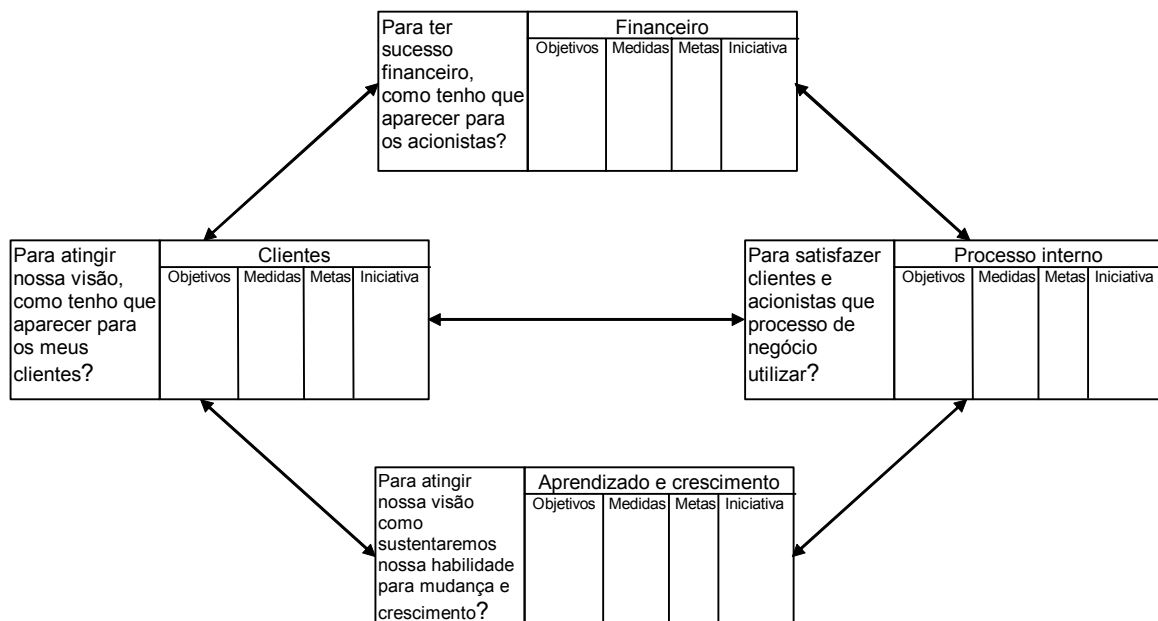


Figura 3.8. Integração das Medidas de Desempenho via Balanced Scorecard [KAPLAN e NORTON, 1992].

O Scorecard possibilita, como mostrado na figura 3.9, aproximar as medidas de desempenho do planejamento estratégico da manufatura, e conseqüentemente da estratégia global da empresa. Assim, a partir da visão estratégica do negócio, estabelecem-se objetivos e mede-se o desempenho da manufatura sob os pontos de vista financeiro, de satisfação do cliente,

aprendizado e crescimento da organização, e do processo interno.

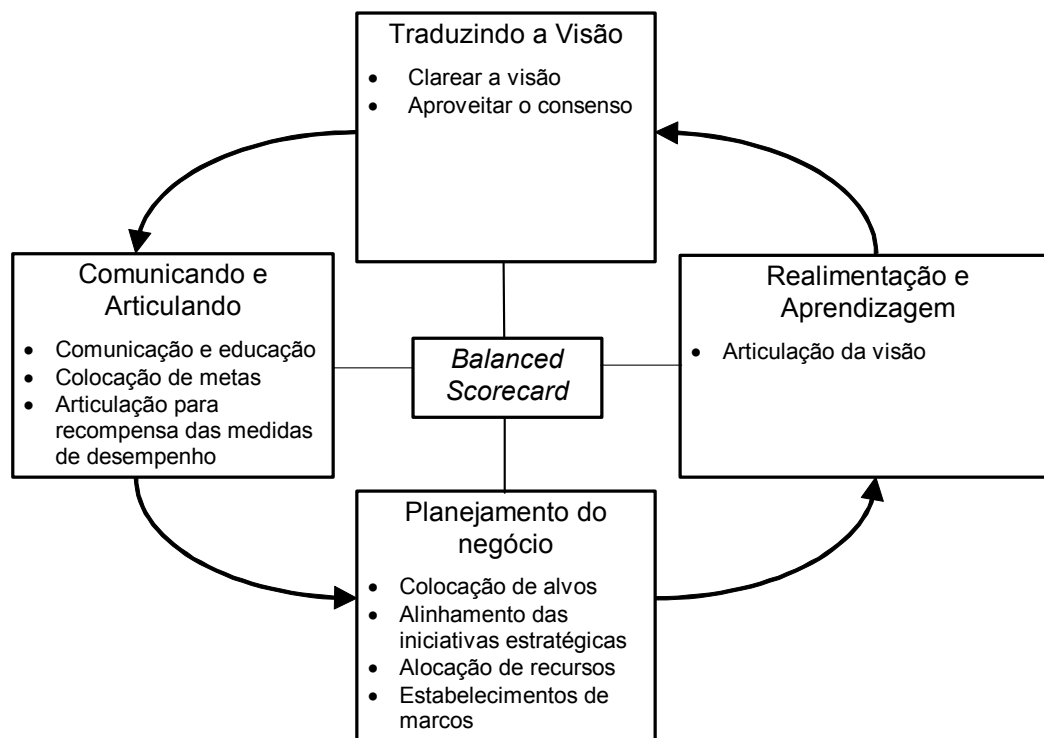


Figura 3.9. Estratégia de Gerenciamento: 4 Processos [KAPLAN e NORTON, 1996]

Analisando-se detalhadamente as quatro perspectivas enfocadas por KAPLAN e NORTON se obtém:

Perspectiva do cliente. Como os clientes nos vêem?

Geralmente as necessidades dos clientes se encaixam em quatro categorias:

1. Tempo – Tempo necessário para atender ao cliente (*lead time*);
2. Qualidade – Pontualidade nas entregas ou nível de defeitos nos produtos;

3. Desempenho e serviço – Como o produto contribui para criar valor junto ao cliente;
4. Custo.

Estes quatro itens devem ter metas estabelecidas e medidas específicas para sua avaliação.

Perspectiva interna. No que podemos nos superar?

As medidas baseadas no cliente são importantes, mas devem ser traduzidas em medidas do que a empresa deve fazer internamente para atender as expectativas dos clientes. Assim os gerentes devem focalizar as operações internas que permitem satisfazer o cliente.

Estas medidas internas devem ter grande ascensão sobre a satisfação do cliente. Fatores que influenciem o tempo de ciclo, qualidade, habilidade dos funcionários, são exemplos.

No acompanhamento das medidas de desempenho é fundamental um sistema de informação que permita um acompanhamento diário. O sistema de informação pode se transformar no ponto de falha das medidas de desempenho da empresa.

Perspectiva da inovação e aprendizado. Podemos continuar a melhorar e criar valor para nossos clientes?

Deste ângulo são medidos os parâmetros considerados pela empresa como os mais importantes para o seu sucesso competitivo. A competição leva a empresa a buscar continuamente a melhoria dos seus produtos e processos correntes.

O objetivo das medidas de desempenho apontadas nesta perspectiva é enfatizar a busca pela melhoria contínua da satisfação do cliente e dos processos internos do negócio – Perspectivas diretamente ligadas a inovação e aprendizado interno, Figura 3.8.

Perspectiva financeira. Como nos analisam os acionistas?

As medidas financeiras indicam como a estratégia da empresa, a sua implementação e execução contribuem para a melhoria do resultado final. Medidas financeiras típicas são: lucratividade, crescimento e valor/ação.

As medidas de satisfação do cliente, desempenho do negócio interno, e inovação e melhorias são derivadas de uma visão particular da empresa a respeito do mundo. Esta visão nem sempre está correta. Um conjunto perfeitamente balanceado de medidas não é garantia de uma estratégia vencedora. O conjunto balanceado de medidas apenas transforma a estratégia da empresa em objetivos específicos mensuráveis.

Outro aspecto diz respeito ao que fazer com os benefícios obtidos. Se estes não forem aproveitados, nunca se transformarão em benefícios financeiros. Mais qualidade e menos tempo de ciclo de produção implica em sobra de capacidade, que deve ser ocupada por outros meios, ou eliminada, caso contrário este ganho não significará nada. O resultado financeiro aponta quando estas falhas ocorrem.

O Balanced Scorecard traz junto, em um único relatório a possibilidade da empresa [KAPLAN e NORTON, 1992]:

- Tornar-se orientada ao cliente;
- Melhorar a qualidade;
- Enfatizar o trabalho em equipe;
- Reduzir o tempo de lançamento de um produto;
- Gerir a longo prazo.

Por outro lado, o Balanced Scorecard resguarda o gerente contra possíveis otimizações localizadas. Ou seja, maximizar uma medida a custa de outra.

Ainda segundo NEELY et al. [1996], apesar dos vários méritos desta metodologia, ela deixa de lado uma das mais importantes perspectivas – talvez a principal – a concorrência, ou o que estão fazendo nossos competidores? Diante do atual estágio de globalização do mundo, a concorrência assume um papel determinante dentro das organizações. KEEGAN et al. [1989] propõe um modelo similar ao BSC, mas que comporta a perspectiva do concorrente. Como visto no capítulo anterior, o estudo do ambiente é fundamental para o correto estabelecimento de uma estratégia. Dentro deste ambiente, o principal componente provavelmente é o concorrente. Caminhando nesta direção empresas como a SAP lançaram softwares para gestão empresarial com sistemas baseados no BSC que permitem a inclusão de quantas perspectivas forem necessárias em cada caso [SAP, 2000].

3.8. SMD derivado do Projeto Axiomático da Manufatura

O SMD derivado do Projeto Axiomático proposto por COCHRAN [1994] é baseado na metodologia geral de projeto desenvolvida por SUH [1990]. O princípio básico deste projeto é traduzir as necessidades dos clientes – externo e interno – em requisitos funcionais, e estes em parâmetros de projeto. Deste modo o desejo do cliente guia a tarefa de projeto.

Esta metodologia ajuda o projetista a atingir os desejos do cliente enquanto foge do método tradicional de projetar, checar, e retornar ao projeto até que o melhor projeto seja encontrado. A aplicação desta metodologia no sistema de manufatura implica em projetar a fábrica de acordo com o mais alto FR que de acordo com [SUH, COCHRAN e LIMA, 1998] é maximizar o ROI. Então o melhor DP para este FR é desenhar o sistema de produção que satisfaça este requisito. Um processo de zig-zag deve ser feito para decompor os FRs e DPs até que todo o sistema esteja desenhado. A figura 3.10 mostra os níveis mais altos desta decomposição.

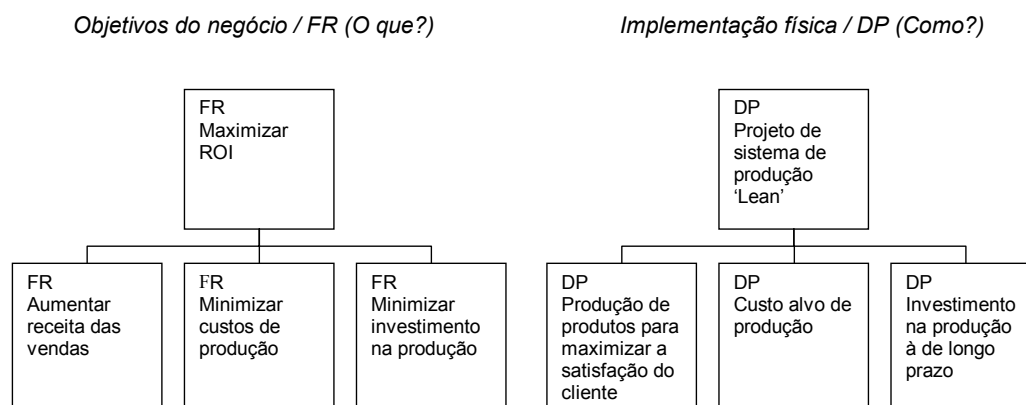


Figura 3.10 – Níveis superiores da decomposição [SUH, COCHRAN e LIMA, 1998].

O grau com o qual o parâmetro de projeto satisfaz um FR deve ser estabelecido em parâmetros mensuráveis [STEC, 1998]. Além disso, estas medidas ou sistemas de variáveis são usadas para controlar o sistema de manufatura.

No projeto do sistema de manufatura, os FRs são mais genéricos nos níveis hierárquicos superiores e mais específicos nos inferiores. Assim em cada nível do projeto do sistema de manufatura existem FRs específicos, e conseqüentemente medidas de desempenho específicas.

3.9. Um sistema integrado de medição de desempenho – *Integrated Production Performance Measurement System*

Este SMD proposto por DE TONI et al. [1997] tenta balancear o mix de medidas de desempenho [KAPLAN e NORTON, 1992], usando dados do sistema de planejamento e controle da produção e do sistema de Custeio Baseado em Atividades (ABC).

Este sistema utiliza um conjunto de medidas balanceado pelo custo das atividades. As medidas de desempenho são tiradas da literatura sobre manufatura de classe mundial. Estas medidas são: eficiência, velocidade, repetibilidade, tempo de introdução de novos produtos, flexibilidade de volume, capacidade e conformidade. Em cada caso particular devem ser escolhidas medidas que representem especificidades.

Este sistema é composto de duas matrizes, X_{ij} e Y_{ij} . A matriz de desempenho, X_{ij} , é baseada na análise das atividades e avaliação do desempenho. Y_{ij} é a matriz de prioridade de atividade e fornece uma análise da atividade, fornecendo informação de qual atividade tem maior impacto no desempenho atual. Os gerentes devem fornecer valores para as matrizes, mas os pesos totais entre as atividades e entre as medidas devem ser iguais. As medidas de desempenho são obtidas usando o custo das atividades balanceadas pelo grau dado a cada atividade que compõe cada matriz.

A mesma abordagem pode ser usada para gerar uma matriz com o desempenho desejado para cada medida. Os gerentes devem preencher a matriz X_{ij} com o peso desejado de cada medida de desempenho em cada atividade. A matriz Y_{ij} mostra qual atividade tem maior impacto em cada medida de desempenho.

3.10. Comparação entre diferentes sistemas de medição de desempenho

A tabela 3.3 mostra uma comparação entre os sistemas de medição de desempenho apresentados anteriormente.

Tabela 3.3. Comparação entre os SMDs estudados

Um guia para a medição do desempenho [MASKELL, 1991]	Benefícios MASKELL foi o primeiro autor a apontar a necessidade de ligar as medidas de desempenho com a estratégia da organização. MASKELL também foi o primeiro autor a propor um método geral para ser usado em qualquer organização. Ao invés estabelecer medidas que possam ser usadas, ele propõe um conjunto de considerações para orientar o estabelecimento das medidas a ser usadas. Ele também argumenta que as medidas devem ser essencialmente físicas. Análise As orientações propostas não são suficientes para suportar o desenvolvimento de um SMD. A seleção das medidas para o nível operacional baseado nos fatores críticos de sucesso listado não indicam como selecionar as melhores medidas para cada fator. Dependendo da estratégia da empresa, um fator pode ser mais importante que outros. Isto não é abordado por MASKELL. Ele também não considera a necessidade de integração entre as medidas de desempenho utilizadas. Uma pesquisa deveria ser desenvolvida no sentido de estabelecer uma metodologia de desenvolvimento e seleção de medidas.
Balanced Scorecard [KAPLAN e NORTON, 1992]	Benefícios KAPLAN E NORTON propõem a utilização de uma metodologia geral para avaliar globalmente o sistema. Eles também introduzem um modo de balancear as medidas de desempenho, considerando não apenas as medidas financeiras, mas também outros pontos de vista importantes. Análise KAPLAN E NORTON também têm a preocupação de ligar a avaliação do desempenho a estratégia da empresa. Diferentemente de MASKELL, eles argumentam que embora as medidas financeiras não sejam mais tão importantes quanto antes, elas têm que ser usadas em conjunto com as medidas físicas. Isto tem a vantagem de mostrar os pontos críticos em um único gráfico, mas o BSC é muito geral para o chão-de-fábrica. A visão global do desempenho é importante somente para os altos gerentes, não para decisões operacionais. Usualmente, os diagramas “causa-efeito” são usados para mostrar o BSC para os níveis inferiores da organização. O que segundo BALKCOM et al. [1997] nem sempre se mostra eficaz.

SMD baseado no Processo [OSTRENGA et al., 1993]	Benefícios O método proposto por OSTRENGA baseia-se no processo. O processo é usado de um modo diferente para analisar a saúde da empresa examinando o coração da organização. Os processos revelam como a organização opera. Análise Utilizar o processo como ferramenta de avaliação focaliza o desempenho da empresa em como ela produz e entrega seu produto ou serviço. Os processos apresentam como as atividades e fatores críticos para o sucesso da empresa estão sendo geridos. Isto permite a fácil identificação das atividades que tem muito ou pouco suporte gerencial. Conseqüentemente, a medida correta para cada processo pode ser determinada. Por outro lado, este sistema não indica se o processo está sendo desempenhado do melhor modo. Futuras pesquisas nesta direção deveriam incluir a avaliação do processo como um todo e compará-lo com o seu <i>benchmark</i>. Outro problema que necessita investigação é a sua implementação. OSTRENGA et al. falha ao não tratar o problema da escolha das medidas apropriadas.
SPM/AD [COCHRAN, 1994]	Benefícios O SMD derivado do Projeto Axiomático da Manufatura garante a consistência com o plano estratégico. Utilizando o Projeto Axiomático, a integração entre todos os níveis organizacionais dentro da empresa é garantida. A grande vantagem deste método é o requisito funcional (FR) indicar a melhor medida de desempenho. A seleção das medidas de desempenho é muito mais simples quando se sabe como o sistema deve operar – FRs. Análise O método proposto por COCHRAN começa com o projeto do sistema e, somente depois, as medidas de desempenho são selecionadas. Primeiro as soluções são projetadas, e então, baseado neste sistema, medidas são elaboradas para avaliá-lo. O SMD baseado no Projeto Axiomático tem a desvantagem de ser muito detalhado para facilmente mostrar a situação geral da empresa, o que o Balanced Scorecard faz com muito mais simplicidade. Primeiro uma detalhada decomposição dos objetivos da manufatura tem de ser feita, para então se determinar as medidas de desempenho derivadas desta decomposição. Este método deveria ser mais testado para se avaliar sua real aplicabilidade.
Uma Estrutura para o desenv. de um SMD [WISNER e FAWCETT, 1991]	Benefícios Alguns autores (WISNER E FAWCETT, NEELY) procuram por um processo geral de desenvolvimento de um SMD, ao invés de propor um sistema de medição de desempenho genérico. Eles consideram impossível desenvolver um SMD genérico e direcionaram seus esforços para o próprio desenvolvimento do SMD. Esta abordagem é totalmente diferente das outras apresentadas neste trabalho. Análise Este grupo de autores procurou por uma estrutura genérica para o desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho argumentando que é impossível estabelecer um sistema genérico aplicável a todas organizações. Teoricamente este método aponta para a solução mais promissora, embora pouco desenvolvimento tenha sido feito. Isto pode ser explicado pela dificuldade de se desenvolver esta estrutura.

Um sistema consistente sistema de gestão do desempenho [FLAPPER et al., 1996]	Benefícios O grande benefício trazido por este método é garantir que todas as medidas estarão ligadas entre si, e com o plano estratégico nos níveis superiores. As similaridades entre este método e o proposto por COCHRAN são muitas. Ambos autores estão buscando por integração entre todos os níveis da organização e o plano estratégico. Análise Este método vincula a estrutura hierárquica da empresa as suas metas. A primeira limitação deste sistema é a dificuldade em se definir as melhores medidas de desempenho. A segunda limitação é desenhar o SMD partindo-se do pressuposto que as tarefas e a estrutura funcional são as corretas, o que nem sempre é verdade. Futuras pesquisas nesta direção deveriam incluir um estudo para avaliar a estrutura funcional ou o processo, que os autores supõem serem os adequados.
IP2MS [DE TONI et al., 1997]	Benefícios A grande vantagem deste método é manter a ligação com dados financeiros. Além disso, pode ser implantado com relativa rapidez. Análise O IP2MS é um modo interessante de ligar os relatórios financeiros às medidas de desempenho. Este método também é fácil de ser implantado desde que a organização tenha um sistema de planejamento da produção. Os autores usam o ABC para obter dados financeiros e argumentam que seu sistema é especialmente efetivo onde o ABC está implementado e em uso, mas outros sistemas de custos poderiam ser usados. Assim como outros métodos, a seleção das medidas não é explicada. A seleção das medidas e um melhor método para avaliar as atividades deveriam ser considerados em futuros desenvolvimentos deste método.

A tabela 3.4 mostra as principais similaridades entre os SMDs estudados. Somente as principais similaridades foram indicadas, e algumas idéias comuns a todos os sistemas foram suprimidas. Todos os SMDs tentam garantir que o plano estratégico esteja refletido nas medidas de desempenho. Desde SKINNER [1969], os autores concordam que as organizações conseguem o que for medido. O primeiro passo para aumentar o desempenho é medi-lo. O resultado natural é ter todos os funcionários trabalhando para maximizar seu próprio desempenho. Por isso a seleção das medidas de desempenho é tão importante. O adequado conjunto de medidas conduz a organização a um melhor desempenho. A medida errada leva, no mínimo, a perda de tempo, e no pior caso dirigir a organização na direção errada. Do mesmo modo, requisitos do SMD que possibilitem a rápida resposta e facilitem a melhoria contínua são comuns a todos os autores.

	Um guia para a medição do desempenho [MASKELL, 1991]	Um SMD baseado no processo [OSTRENGA et al., 1993]	Uma estrutura para o desenvolvimento de SMDs [WISNER e FAWCETT, 1991]	Um sistema consistente de gerenciamento do desempenho [FLAPPER et al., 1996]	BSC [KAPLAN e NORTON, 1992]	SMD/AD [COCHRAN, 1994]	IP2MS [DE TONI et al. 1997]
Um guia para a medição do desempenho [MASKELL, 1991]							
Um SMD baseado no processo [OSTRENGA et al., 1993]	- Medidas físicas						
Uma estrutura para o desenvolvimento de SMDs [WISNER e FAWCETT, 1991]	- Utiliza medidas de classe mundial; - A medida deve ser local	- Visão de processo					
Um sistema consistente de gerenciamento do desempenho [FLAPPER et al., 1996]	- Sem similaridades	- Sem similaridades	- Fornece uma visão global				
BSC [KAPLAN e NORTON, 1992]	- Sem similaridades	- Sem similaridades	- Fornece uma visão global	- Medidas financ. e não financeiras são utilizadas; - Fornece uma visão global.			
SMD/AD [COCHRAN, 1994]	- Sem similaridades	- Sem similaridades	- Fornece uma visão global	- Garante a integração da organização	- Medidas financ. e não financeiras são utilizadas; - Fornece uma visão global		
IP2MS [DE TONI, et al. 1997]	- Utiliza medidas de classe mundial	- Visão de processo	- Utiliza medidas de classe mundial	- Sem similaridades	- Não descarta a visão financeira	- Não descarta a visão financeira	

Tabela 3.4. Similaridades entre as diferentes abordagens.

3.11. Análise do Balanced Scorecard

Com base na pesquisa apresentada, fica evidenciado que o sistema de medição de desempenho que está se apresentando como um modelo a ser seguido é o Balanced Scorecard. Neste sentido, faz-se necessário uma análise mais detalhada deste sistema¹.

De acordo com KAPLAN e NORTON [1996], os sistemas de medição de desempenho e a estratégia de negócios, são usualmente desenvolvidos independentemente, mas têm que, obrigatoriamente, ser vistos como complementares. O sistema de medição de desempenho é uma ferramenta chave que reforça a implementação da estratégia e sua aplicabilidade. O melhor modo de alinhar os indivíduos com uma dada estratégia é avaliá-los por medidas que representem esta estratégia. As medidas financeiras, embora sejam importantes, não são suficientes para desenvolver um sistema de medição de desempenho que esteja completamente ligado à estratégia desenvolvida. Para desenvolver um sistema de medição de desempenho, MASKELL [1991] aponta que um bom entendimento da estratégia do negócio tem de ser o ponto de partida deste processo. A seguir, os fatores críticos de sucesso para esta estratégia devem ser determinados. Então, medidas de desempenho podem ser desenvolvidas para refletir o desempenho da organização do ponto de vista destes fatores.

3.11.1. Balanced Scorecard – Princípios e Implementação

Como já dito, um dos mais importantes sistemas de medição de desempenho desenvolvido é o Balanced Scorecard [KAPLAN e NORTON, 1992]. A literatura está cheia de exemplos de aplicações deste sistema. O Balanced Scorecard combina quatro diferentes visões do desempenho da empresa de modo a evitar a tentação de enfatizar uma perspectiva em detrimento das outras. Sem abandonar as medidas financeiras que são as mais importantes para os acionistas, o BSC também considera as visões do cliente, do processo interno de negócio, e do crescimento e aprendizado para avaliar a empresa de um modo mais balanceado. O princípio básico deste sistema está na forte ligação entre medidas não financeiras e financeiras. As melhorias feitas em

¹ Esta seção baseia-se em parte em LOBO, COCHRAN, DUDA e LIMA [2002].

medidas não financeiras, impactam positivamente os resultados financeiros. Do ponto de vista financeiro, a empresa deve perguntar-se como ela deveria parecer para os acionistas. Do ponto de vista do cliente, como parecer para este. Do ponto de vista do processo interno de negócio, em qual ou quais processos a empresa deveria ser um competidor de classe mundial. E finalmente, do ponto de vista do aprendizado e crescimento, como a empresa irá sustentar sua habilidade de mudar e melhorar. Em resumo, a empresa tem de estabelecer objetivos, medidas, metas e iniciativas apoiando-se em cada uma destas perspectivas. Um ponto forte do BSC é possibilitar uma visão objetiva do plano estratégico resultante do seu desenvolvimento. Para selecionar as medidas apropriadas a cada diferente perspectiva, o plano estratégico deve ser claramente desenvolvido e entendido por todos envolvidos.

Para desenvolver o conjunto de medidas de desempenho, um diagrama causa-efeito de estratégia é desenhado, e todos os objetivos estratégicos nas quatro diferentes perspectivas são interligados. Para cada objetivo estratégico devem ser desenvolvidas medidas para representá-lo. A figura 4.6 mostra um exemplo de diagrama destes para uma empresa distribuidora de combustíveis. Devido à estrutura do diagrama causa-efeito ser extremamente acoplada, poder ser difícil rastrear as corretas responsabilidades para se atingir objetivos específicos.

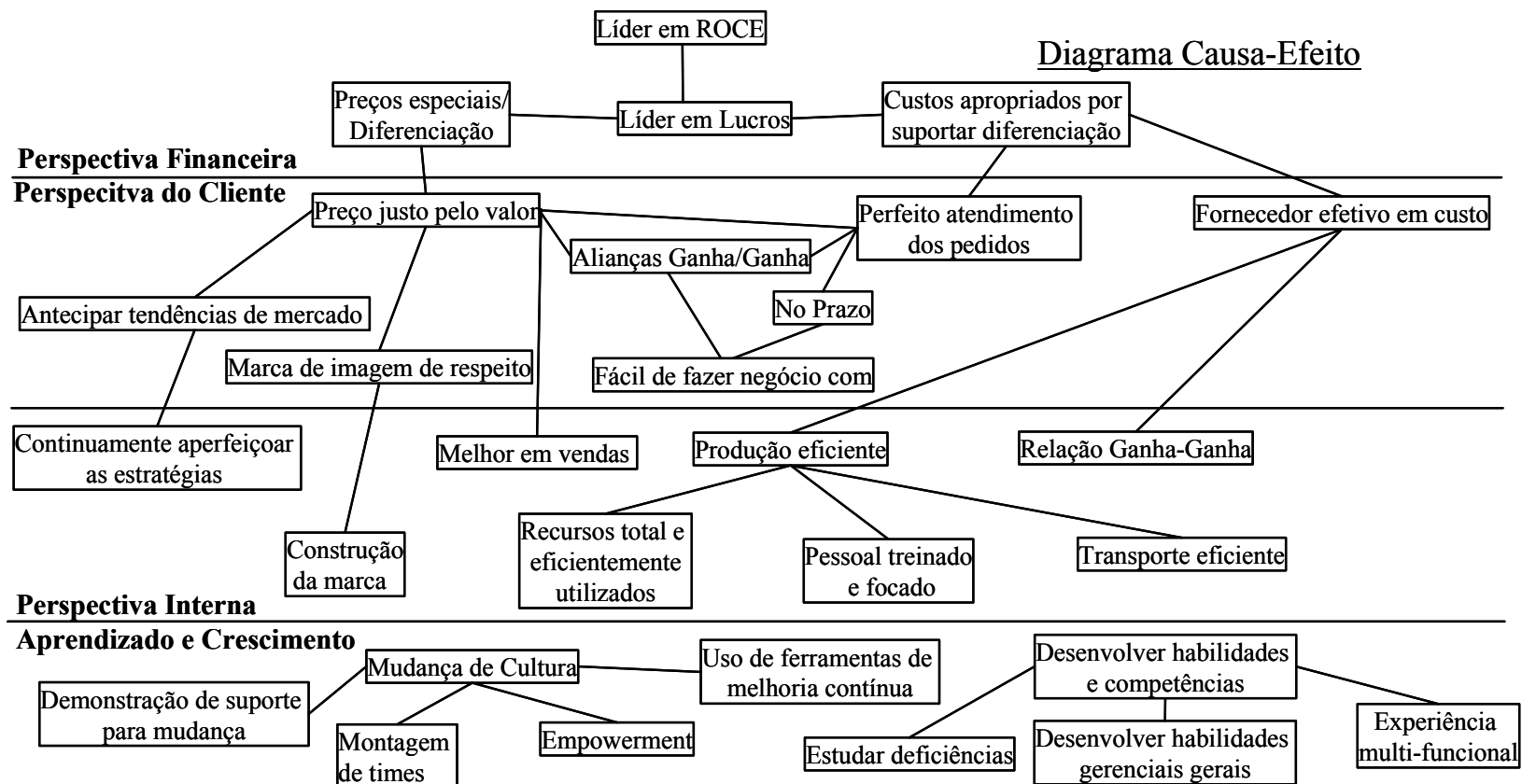


Figura 4.6. Diagrama Causa-Efeito [Adaptado de KAPLAN, 1997]

Depois de projetado o nível mais alto do BSC da empresa, todas as unidades de negócio têm que desenvolver seus próprios BSCs e avaliar como suas medidas de desempenho irão afetar as medidas da empresa. Passando pelas unidades de negócio, todos os departamentos têm que fazer o mesmo e, em última instância, todos os funcionários têm que desenvolver seus próprios BSCs. Conseqüentemente, todos os BSCs estarão hierarquicamente interligado.

3.11.2. Balanced Scorecard – Dificuldades de Implementação

O valor do BSC é inegável. Muitas empresas têm reportado implementações bem sucedidas e apontado as diversas vantagens do BSC. Entretanto, algumas pesquisas têm reportado experiências infrutíferas com o BSC [SCHNEIDERMAN, 1999]. Empresas têm abandonado seus BSCs depois de alguns anos sem obter resultados consistentes ou, mais comumente, como resultado das dificuldades encontradas na fase de implementação. Elas têm reportado problemas na definição das medidas, especialmente em áreas onde o desempenho é mais qualitativo que quantitativo, ou seja, existem fatores subjetivos a serem avaliados. Outra dificuldade é como decompor as medidas de desempenho para os níveis hierárquicos inferiores da organização. Um problema chave apontado por uma pesquisa [BALKCOM et al., 1997] é como desenvolver esta rede de BSCs por toda a organização. Frequentemente é muito difícil se ligar atividades diárias a medidas de desempenho corporativas. No nível da administração da organização, o BSC é muito importante porque fornece uma visão geral da empresa em um único quadro, mas para os níveis inferiores da estrutura hierárquica nas diversas unidades de negócio pode ser muito difícil de fazer as ligações corretas entre os diversos objetivos.

Geralmente o processo de construção dos Scorecards é realizado em times de trabalho e o conjunto de medidas desenvolvido é posteriormente submetido ao supervisor da área para aprovação. Para estabelecer as medidas de desempenho a serem utilizadas, o time mapeia todas as relações de causa-efeito entre objetivos estratégicos, e conseqüentemente entre as medidas de desempenho. Assim são interligadas todas as medidas nos vários níveis da empresa (empresa, departamento, individual). Através destas relações, todas as medidas são interligadas, do nível gerencial ao nível individual. De acordo com KAPLAN e NORTON [1996], este processo usualmente tem a duração de 30 meses. Somente depois deste período, quando o sistema de medição de desempenho tiver sido implantado, as relações estabelecidas no diagrama de causa-

efeito podem ser auditadas para conferir se os resultados esperados no plano estratégico estão sendo atingidos.

O resultado final do processo de desenvolvimento do Balanced Scorecard segundo este processo de mapeamento de causa-efeito – figura 4.6, é um sistema:

1. Acoplado;
2. Difícil de ser controlado;
3. Difícil de ser auditado.

Primeiro, o sistema resultante apresenta um sistema de medição de desempenho cujas medidas se sobrepõe. Alguns objetivos são medidos mais de uma vez, pois cada medida avalia mais de um objetivo – Questão apontada por OSTRENGA et al.[1993] como sendo crítica e discutida no Capítulo 3.

Isto é consequência do mapeamento de causa-efeito. Qualquer mudança em um parâmetro afeta todo o sistema. A resposta do sistema para a mudança em um parâmetro é sempre desconhecida. Mesmo quando é realizada uma otimização local, o impacto no resto da organização é desconhecido. Além disso, não é possível garantir que o próprio projeto do sistema de produção não é acoplado, dificultando seu controle.

O segundo ponto é consequência natural de se ter um projeto acoplado – a dificuldade de se controlar o sistema. Como estabelecido por SUH [1990] em um exemplo muito simples – apresentado no Capítulo 2, é quase impossível de se chegar ao resultado esperado tentando controlar a vazão e a temperatura da água utilizando um misturador com duas válvulas, uma para água fria e outra para água quente. Independente de qual válvula se ajuste, ambas variáveis, vazão e temperatura são afetadas. Cada vez que se tenta ajustar o resultado, se introduz um novo desvio.

Por fim, também é difícil auditar o mapa estratégico e checar se corresponde a realidade ou não. Desde que não seja possível isolar a mudança e checar o resultado, tem-se que fazer muitas suposições para auditar o mapa estratégico.

3.12. Comentários Finais

Neste capítulo foram revistos os principais sistemas de medição de desempenho encontrados na literatura. Também foram revistos alguns conceitos de planejamento estratégico para mostrar a necessidade deste último estar refletido nas medidas de desempenho estabelecidas.

A única razão para se utilizar um sistema de medição de desempenho é se poder garantir através deste, que os objetivos estratégicos apontados pela direção da empresa estão sendo perseguidos por todos. Os atributos de um bom sistema de medição de desempenho são conhecidos e a maioria dos autores pesquisados está de acordo. Porém existe pouca concordância sobre exatamente o que deve ser medido e porque se deve fazê-lo.

Baseado no estudo realizado apontou-se o SMD baseado no projeto axiomático do sistema de produção como sendo o mais robusto e que atende os requisitos básicos apontados na literatura consultada:

- Garante a integração das medidas de desempenho por toda estrutura hierárquica;
- Garante a integração entre estratégia e medidas de controle;
- Propõe uma metodologia de projeto e de implementação do SMD.

Porém deve-se ressaltar algumas dificuldades previsíveis no uso deste sistema de medição de desempenho:

- Tempo de implementação longo;
- Complexidade de decomposição da estrutura hierárquica de projeto do sistema.

A quase totalidade dos sistemas de medição de desempenho estudados – salvo o Balanced Scorecard, pouco foi usada ou testada para podermos afirmar com certeza suas vantagens e

desvantagens. O Balanced Scorecard não é apenas o sistema mais utilizado pelas empresas, mas talvez o um dos poucos que foi tem uma base sólida de aplicações.

Em seguida, fez-se uma análise do Balanced Scorecard apresentando seus princípios e como este é implementado. Também se analisaram as dificuldades de sua implementação. O resultado final do processo de desenvolvimento do Balanced Scorecard é um sistema acoplado, de difícil controle e auditoria.

Capítulo 4

A Pesquisa de Campo e um Estudo de Caso sobre o Desdobramento de um Balanced Scorecard

4.1. Introdução

Este capítulo tem com objetivo mostrar a importância do Balanced Scorecard, fazer uma análise deste e apresentar um caso prático de sua aplicação. Para isso foi feita uma pesquisa de campo onde foram entrevistadas empresas. Neste capítulo são apresentadas as respostas de três destas empresas. As respostas dadas por estas empresas são discutidas e apontadas algumas conclusões. A seguir, faz-se uma análise do Balanced Scorecard desenvolvido em um departamento de uma empresa. Mostram-se os objetivos estratégicos deste departamento, seu Balanced Scorecard e as ações planejadas com base no mesmo. Por fim, apresenta-se uma discussão sobre o Balanced Scorecard, seus princípios, vantagens e desvantagens.

4.2. Entrevistas realizadas

O objetivo principal desta pesquisa foi avaliar a seguinte hipótese:

- *Existe um forte elo de ligação entre a medição do desempenho e o projeto do sistema de produção. Se alinharmos as medidas de desempenho com os objetivos, ou a estratégia da empresa, o resultado será um Sistema de Produção que atende, segundo o projeto axiomático, aos requisitos funcionais.*

Como objetivos secundários se planejou traçar um perfil dos sistemas de medição de desempenho utilizados nas empresas, como é feito o planejamento estratégico da empresa, como

o sistema de produção das empresas é projetado, e, finalmente, como estes assuntos se interligam, ou não. Com este intuito foi elaborada uma carta de apresentação da pesquisa onde foram apresentados seus objetivos. Esta carta foi enviada por correio ou e-mail a área de gestão da produção, ou planejamento estratégico das empresas. Foram contatadas, entre cartas e e-mails, aproximadamente 80 empresas. Deste universo inicial foram recebidas 10 respostas positivas, e aqui estão apresentadas as respostas das três mais representativas. Estas três empresas representam bem este grupo de empresas que se dispuseram a colaborar. Estas três empresas foram visitadas com o intuito de conhecer exatamente o que cada uma delas estava desenvolvendo e como estavam sendo aplicados os indicadores de desempenho.

Muitas empresas alegaram que as respostas solicitadas são confidenciais e não participaram. Outras empresas simplesmente alegaram não ter sistemas de medição de desempenho, e também não participaram.

4.2.1. Questionário

A carta enviada às empresas com o objetivo de estabelecer um contato para uma entrevista com o gerente de produção ou alguém da área de planejamento estratégico é apresentada no Anexo A-4.

4.2.2. Discussão das Questões Formuladas

As perguntas procuraram estabelecer como a empresa faz o seu plano estratégico e como ele é implementado – perguntas 2 e 3.

As perguntas 4 e 5 buscam investigar o peso que o sistema de custeio tem sobre o sistema de produção e seu nível de influência sobre o mesmo.

A sexta pergunta busca identificar se as empresas têm uma preocupação com o projeto do sistema inteiro de produção, e não apenas com partes do mesmo. Esta pergunta permite identificar como o conceito bastante difundido de que otimizações locais não obrigatoriamente levam a um bom desempenho global é tratado na prática.

As perguntas 7, 8, 9 e 10 têm por objetivo identificar como e porque as empresas medem desempenho, e de que modo elas o fazem. Como o sistema de medição foi desenvolvido,

internamente ou externamente, baseado em algum modelo preexistente ou não, e assim por diante.

As perguntas 11 e 12 têm como objetivo aferir se os sistemas de medição do desempenho têm sido utilizados para fomentar trabalho em grupo. Estas perguntas ainda têm como objetivo investigar como ela fixa metas de desempenho, tanto para o sistema, como para os times de trabalho, ou para os indivíduos.

A pergunta 13 busca captar a impressão pessoal do entrevistado sobre os resultados obtidos com o uso de sistemas de medição de desempenho. Esta pergunta busca uma análise subjetiva e pessoal do benefício obtido com a medição de desempenho dado o esforço empregado para tal.

Foram enviadas aproximadamente 80 cartas como esta, tanto em inglês como em português para empresas médias e grandes, com participação no mercado global e preferencialmente classificadas como de produção discreta e seriada. Também foram visitadas outras empresas e feitas discussões informais a respeito das informações contidas no questionário enviado. O índice de respostas positivas foi relativamente baixo, aproximadamente 10%. Neste relatório estão apresentadas apenas as três entrevistas mais relevantes.

Como explicado na carta enviada, sempre que possível foi tentado marcar um visita a fábrica com o objetivo de fazer a entrevista pessoalmente, tentando muitas vezes esclarecer ao máximo as respostas dadas às perguntas. Isso foi conduzido deste modo para se buscar uma avaliação fundamentalmente qualitativa e não quantitativa dos sistemas de medição do desempenho utilizado pelas empresas.

A visita também permitiu que se validassem as respostas dadas, comparando-as com o sistema de produção destas empresas. Isto é importante porque quando se faz uma pergunta sobre a utilização ou não de conceito de avaliação de desempenho, ou manufatura enxuta, por exemplo, as respostas são muito influenciadas pelas definições e impressões pessoais de cada entrevistado.

4.2.3. Respostas as Questões Formuladas

A seguir são apresentadas as respostas dadas por cada uma das empresas entrevistadas. Também é feita uma pequena discussão das respostas mais relevantes.

1. Quantos funcionários tem sua empresa? Em que setor ela opera?

Empresa 1: 1.580 funcionários. Setor de Máquinas–ferramenta, injetoras de plástico, produção de fundidos e ferramentas para usinagem de precisão.

Empresa 2: 4.520 funcionários. Setor de implementos para transportes.

Empresa 3: 720 funcionários. Setor de bombas hidráulicas.

2. A sua empresa tem um sistema de planejamento estratégico?

Empresa 1: A empresa tem um plano estratégico, ou plano diretor, feito a cada 4 anos.

Empresa 2: A empresa tem um sistema de planejamento estratégico perfeitamente documentado e em operação. Tendo inclusive, sistemas formais de difusão deste plano para toda empresa.

Empresa 3: A empresa tem plano estratégico quinquenal que foca apenas as metas financeiras, sem identificar em quais mercados ou produtos se quer investir.

3. A sua empresa tem um sistema de controle da estratégia?

Empresa 1: O sistema de controle estratégico consiste de reuniões trimestrais de diretoria específicas para acompanhamento estratégico. Além disso, o acompanhamento do resultado das medidas de controle é discutido na reunião semanal de diretoria. O controle estratégico é feito com base nas seguintes medidas:

- Participação no mercado externo;
- Faturamento por funcionário;
- Participação dos produtos no mix;
- Volume de faturamento;
- Rentabilidade;

- Outros relatórios financeiros tradicionais.

Empresa 2: A empresa tem um sistema de controle estratégico e utiliza este sistema como ferramenta de gestão, com participação da diretoria e gerência da empresa. Este sistema é baseado nas informações colhidas junto aos clientes. Basicamente, a empresa controla:

- Faturamento;
- Participação no mercado;
- Produtividade (com base na eficiência e no faturamento por funcionário);
- Qualidade – utiliza como medida a classificação recebida pela empresa no PGQP (Plano Gaúcho de Qualidade e Produtividade);
- Rentabilidade.

Todos os índices de medição de desempenho são acompanhados mensalmente. A empresa faz reuniões anuais com **todos** os funcionários para revisão e comunicação do plano estratégico. A empresa também utiliza painéis para difundir as medidas de controle.

Empresa 3: A empresa tem encontros anuais para discutir os resultados alcançados e corrigir eventuais distorções.

4. *Como a sua empresa aloca o overhead? E como calcula o custo do produto?*

Empresa 1: Custeio por absorção.

Empresa 2: A empresa utiliza Custeio por absorção, mas está em fase de implantação do Custeio Baseado em Atividades.

Empresa 3: Custeio por absorção.

5. *Sua empresa compromete o fluxo de produção maximizando o investimento?*

Empresa 1: Apesar do entrevistado, no caso o *controller* da empresa, reconhecer a necessidade de mudança de foco, atualmente, a empresa dá prioridade ao retorno do

investimento, o que em muitos casos não produz a melhor análise do investimento a ser feito.

Empresa 2: Apesar da empresa não ter um sistema formal de análise de investimentos que não priorize o Retorno sobre o Investimento, a empresa faz investimentos independentemente da maximização ou não dos mesmos.

Empresa 3: A empresa prioriza o fluxo de produção em alguns casos. Foi apontado que para se atingir certo nível de flexibilidade e garantir o fluxo de produção é necessário sacrificar a análise de investimento.

6. *A sua empresa tem um projeto formal do sistema de produção?*

Empresa 1: Investimentos em fábricas já existentes, por exemplo, compra de novas máquinas, não é feito projeto. Investimentos em fábricas novas inclui o desenvolvimento de projeto do sistema de produção.

Empresa 2: Novamente, o conceito de projeto do sistema de produção é limitado as máquinas e sistema logístico, não analisando o sistema de modo global e suas ligações com os clientes.

Empresa 3: Como já dito nas outras entrevistas, o projeto do sistema de produção limita-se a construção de novas fábricas e compra de novos equipamentos.

7. *A sua empresa utiliza algum Sistema de Medição do Desempenho? Este sistema foi desenvolvido internamente, ou foi utilizado algum modelo já existente? Qual?*

Empresa 1: A empresa utiliza um sistema de medição de desempenho baseado na ISO9000, ou seja, fundamentalmente direcionado para indicadores de qualidade.

Empresa 2: A empresa utiliza medidas de qualidade e controle de entregas no prazo. Além disso, também se controla se o programa de produção foi cumprido ou não. Basicamente são utilizadas as seguintes medidas:

- % de peças com defeito;
- % de produtos não conforme;

- % eficiência;
- % de produtos entregues no prazo;
- Controle de horas paradas com causador identificado.

Empresa 3: A empresa utiliza algumas medidas setoriais e outras globais:

- Absenteísmo (por setor);
- Custo da qualidade (global);
- Produtividade (por setor para mão-de-obra direta e setorial para mão-de-obra indireta);
- Volume de vendas (global);
- Entregas no prazo (global);
- 5S/TQM (por setor).

Além destas, a empresa tem conjuntos específicos de medidas para a MOD e para a diretoria. Cada diretor tem objetivos anuais pessoais que se desdobram através da estrutura hierárquica da empresa, e são traduzidos de diferentes formas em diferentes áreas.

8. *Quais objetivos sua empresa busca quando mede o desempenho?*

De modo geral, todas as três empresas buscam acompanhar o desenvolvimento da estratégia planejada e melhorar o resultado global da empresa.

9. *Como sua empresa mede a melhoria contínua?*

Empresa 1: A empresa acompanha as otimizações conseguidas em custos. Estas otimizações são monitoradas por área departamental – Engenharia, Manutenção, Qualidade, Controladoria e suprimentos. Este monitoramento também faz parte de um programa gerencial utilizado pela empresa.

Empresa 2: A empresa utiliza as medidas de controle apontadas na questão 7.

Empresa 3: Basicamente pelas medidas apresentadas na questão 7.

10. Sua empresa utiliza medidas de desempenho para remunerar seus funcionários? Em quais níveis? O que é considerado?

Empresa 1: A empresa remunera a mão-de-obra direta com um adicional baseado no índice de eficiência. Já a mão-de-obra indireta é premiada com base no PLR (Participação nos Lucros e Resultados – Segundo legislação em vigor)

Empresa 2: A empresa tem uma política de remuneração variável ligada exclusivamente aos times de trabalho, nunca aos indivíduos.

Empresa 3: A empresa tem uma política de remuneração variável ligada exclusivamente aos times de trabalho, nunca aos indivíduos.

11. Como sua empresa apóia o trabalho em times?

Empresa 1: A empresa não tem uma política formal de trabalho em times. A única exceção acontece nos times formados para promover reduções de custos.

Empresa 2: A empresa tem uma estrutura hierárquica de 3 níveis, porém todo o trabalho é realizado em times multifuncionais e auto-geridos, não obstante a dificuldade inicial das pessoas em trabalharem deste modo.

Empresa 3: O grupos de trabalho são apoiados pelo sistema de qualidade.

12. Como sua empresa estabelece metas de desempenho para si própria e para seus funcionários?

Empresa 1: A empresa utiliza a medida de retorno sobre o investimento. Já para os seus funcionários, a empresa utiliza o índice de eficiência para a mão-de-obra direta, volume de vendas – para a área de vendas, e o relatório de Lucros e Resultados para a mão-de-obra indireta.

Empresa 2: A empresa utiliza as medidas já citadas e sempre estabelece metas para os times de trabalho, nunca para os indivíduos. São elaborados planos gestores por cada time de trabalho para efetivação da estratégia proposta.

Empresa 3: As metas de desempenho tanto para a empresa quanto para os indivíduos é feita

em comum acordo.

13. Se sua empresa utiliza algum Sistema de Medição do Desempenho, como você avalia os resultados?

Em geral os entrevistados das três empresas disseram estar satisfeitos com os resultados obtidos com a implementação de medidas de desempenho, e ressaltaram a importância das medidas de desempenho como forma de acompanhar o impacto das decisões realizadas.

4.2.4. Análise das respostas dadas

A empresa 1 é fortemente guiada por medidas financeiras. As respostas dadas as questões 5, 6 e 11 ratificam esta conclusão. Esta orientação está fundamentada na estratégia de baixo custo traçada pela empresa. O posicionamento de mercado no nicho de baixo custo levou a empresa à praticamente só se preocupar com custos. O sistema de produção é projetado sem nenhum foco. A preocupação com a redução de custos tem levado a empresa a utilizar medidas de desempenho bastante ruins como eficiência da mão-de-obra direta, e não tem levado a nenhum incentivo ao trabalho em times.

A empresa 2 tem uma estratégia de diferenciação bastante difundida dentro da empresa. O cliente que compra seus produtos aceita pagar um preço um pouco maior – 10 a 15%, que o oferecido pela concorrência em troca de uma maior qualidade e um atendimento pós-venda melhor. A atividade de planejamento estratégico já é feita a 10 anos na empresa. Claramente a empresa identificou os desejos dos clientes, e os traduziu em requisitos funcionais de qualidade e bom atendimento, além de entregas confiáveis e no prazo. Para isso, a empresa possui um sistema de atendimento personalizado dos clientes, especialmente do motorista do caminhão – o usuário final do produto. Isto certamente ajuda a explicar porque a empresa tem aproximadamente 50% de participação no mercado nacional. O PGQP do qual a empresa participa tem guiado as ações dentro da empresa. Deste modo ela tem conseguido gerar, implementar e difundir corretamente seus planos estratégicos.

A empresa 3 segue uma estratégia de mercado de diversificação, atendendo cada tipo de cliente com as soluções mais adequadas. Assim a empresa compete em igualdade de condições em todos os segmentos de mercado. Desde produtos de baixo valor agregado e pouca tecnologia,

até produtos especiais, montados sob encomenda, e com grande tecnologia envolvida. Para isso a empresa possui linhas de montagem específicas para cada tipo de produto, empregando apenas os recursos necessários. A segmentação de mercado é acompanhada por uma segmentação do sistema de produção. A empresa também demonstrou claramente que plano estratégico não deve ser voltado para medidas financeiras. O resultado do plano deve ser medido em termos financeiros, porém não só as metas financeiras devem ser planejadas, mas também as ações necessárias devem ser estabelecidas no plano estratégico. Por fim, esta empresa baseou-se na lei de participação nos lucros e resultados para elaborar um sistema de medição de desempenho que lhe trouxe algum benefício.

A pergunta 5 revelou que muito poucas pessoas dentro das empresas realmente conhece os princípios da produção enxuta, que prioriza o fluxo de produção. Apesar de todos afirmarem que trabalham com produção enxuta, os conceitos centrais da mesma ainda não foram totalmente absorvidos e entendidos. As aplicações se restringem a cópias deficientes já vistas em outras empresas ou feitas por consultores externos, e cujo projeto é, em geral bom, porém sua operação é deficiente devido às pessoas não conhecerem devidamente o assunto.

A pergunta 6 também mostrou que somente empresas de grande porte tem um sistema formal de projeto do sistema. Quando se indagou sobre o projeto do sistema de produção, invariavelmente todos os entrevistados associaram a pergunta à construção de novas fábricas, e essencialmente a compra de equipamentos. O que, de acordo com o capítulo 2, é equivocado. Em geral, este tipo de sistema de projeto de fábricas é desenvolvido pela matriz da empresa e imposto para todas as filiais. Ainda neste sentido, tem-se visto siglas do tipo Toyota Production System – TPS, LPS – Leoni Production System, VPS – Visteon Production System, ASP – Alcoa Production System, dentre outros. Estes sistemas demonstram a preocupação, ainda que muitas vezes pouco eficaz, de estabelecer padrões de produção, privilegiando-se algumas medidas de desempenho em detrimento de outras. Se corretamente desenvolvido, este tipo de metodologia para projeto de sistemas produtivos pode ser a garantia de que todos os recursos estarão alinhados com a estratégia da empresa.

4.3. Considerações sobre a pesquisa realizada

Sem dúvida alguma, a reduzida quantidade de respostas apresentadas neste trabalho não

pode ser tomada como regra e extrapolada para um universo maior. Mas de qualquer modo algumas conclusões podem ser feitas.

4.3.1. Estratégia

- Todas as empresas apresentam sistemas de planejamento estratégico - Horizonte de 5 a 10 anos;
- Os objetivos planejados são uma mistura de medidas financeiras e não financeiras, porém, o controle estratégico é basicamente feito através de medidas financeiras.

4.3.2. Projeto do Sistema de Produção

- Apenas empresas de grande porte apresentam metodologias formais para o projeto do sistema de produção;
- Mesmo as empresas que tem uma metodologia de projeto do sistema de produção dificilmente privilegiam o fluxo de produção em detrimento do investimento. Isto revela um desconhecimento dos conceitos de Produção Enxuta que todas afirmam utilizar.

4.3.3. Sistema de Medição de Desempenho

- As medidas financeiras são utilizadas como padrão em todos os níveis hierárquicos em 2 empresas;
- A maioria das empresas utiliza um sistema parecido com o observado por FRY [1995] e citado no capítulo 3, Figura 3.2;
- O trabalho em times não é suportado pelas medidas de desempenho. Em geral, as medidas de desempenho são ligadas aos departamentos ou áreas;

- Medidas de desempenho individuais são utilizadas somente nos níveis hierárquicos superiores.

4.4. Análise da Hipótese Inicialmente Formulada

Inicialmente foi feita a seguinte hipótese para objeto da pesquisa efetuada:

- *Existe um forte elo de ligação entre a medição do desempenho e o projeto do sistema de produção. Se alinharmos as medidas de desempenho com os objetivos, ou a estratégia da empresa, o resultado será um Sistema de Produção que atende, segundo o projeto axiomático, aos requisitos funcionais.*

Como resultado da pesquisa pode-se concluir que:

- A hipótese inicialmente feita é incompleta;
- O que conduz os projetistas do sistema de produção a procurar as melhores soluções de projeto não são as medidas de desempenho, mas sim os requisitos funcionais – objetivos, corretos;
- O sistema de produção “Enxuto” não surgiu do uso do melhor sistema de medição de desempenho, mas sim da correta identificação dos seus requisitos funcionais;
- Deste modo o sistema de medição é uma consequência dos requisitos funcionais, e não o contrário com vários autores apontam.

4.5. O Balanced Scorecard e Hoshin Kanri – Estudo de Caso¹

O Departamento Industrial de Projetos de uma empresa automotiva foi o caso estudado. Este departamento é uma área de suporte financeiro que atende toda companhia definindo o preço

¹ Para ver o trabalho completo LIMA, LOBO, FAVARO e MARCONDES, 2003.

meta para investimento e gastos. Até 1999, o departamento teve dificuldades para apontar metas baseadas nos dados de muitos níveis da corporação, o que sempre trouxe a insatisfação dos seus clientes internos. Assim o departamento decidiu implementar o BSC usando o hoshin kanri¹ para desenvolver suas metas e para encontrar a causa raiz do baixo desempenho.

A figura 4.1 mostra a estrutura adotada pelo departamento para gerenciar os objetivos desde o nível estratégico até o gerenciamento diário.

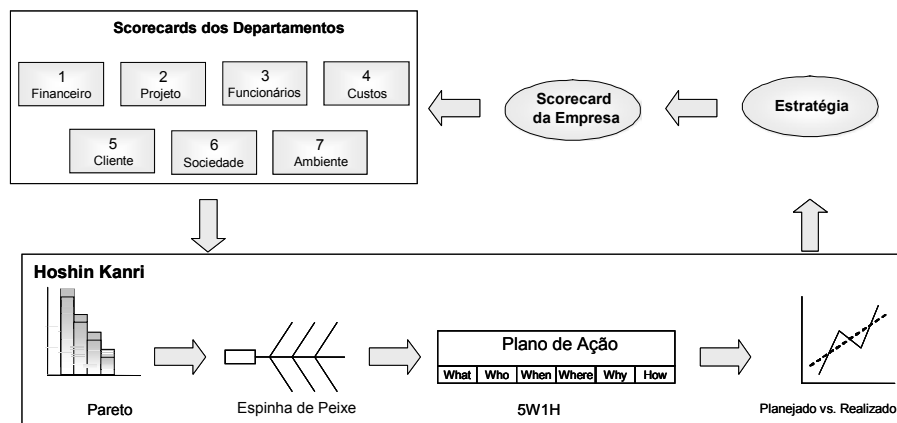


Figura 4.1. Desenvolvimento do Scorecard da Empresa utilizando a abordagem do Hoshin.

Em vez de definir as quatro perspectivas propostas por KANPLAN e NORTON [1992], o scorecard da empresa é dividido em sete perspectivas (financeira, projeto, funcionários, custo, clientes, sociedade e meio ambiente).

Para ilustrar esta abordagem, escolheu-se a perspectiva do cliente e dois indicadores – entregas no prazo e qualidade – para serem rastreados. No início da pesquisa em 1999, os desempenhos do prazo de entrega e da qualidade eram 80% e 28% respectivamente. O

¹ O hoshin kanri foi desenvolvido no Japão durante os anos 50 como uma ferramenta para integrar controle total da qualidade e seu desenvolvimento. Também é conhecido como política de desenvolvimento e foi usado no ocidente por poucas empresas como Xerox, HP e Procter & Gamble, apesar do crescente interesse recente [MULLING et al., 1996; WITCHER e BUTTERWORTH, 1999].

departamento começou por identificar a demanda por “preço alvo” reportado por cada cliente através do diagrama de Pareto, mostrado na figura 4.2.

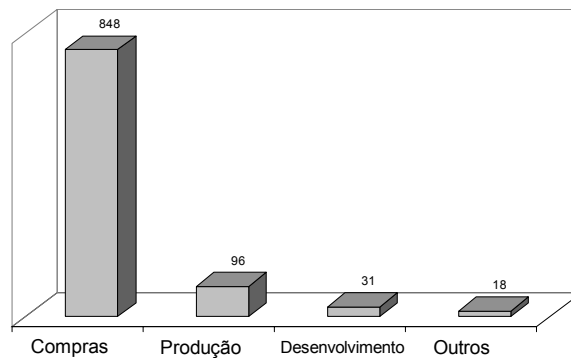


Figura 4.2. Diagrama de Pareto dos maiores clientes no começo do projeto.

Para o departamento de compras – o maior cliente deste departamento, uma análise detalhada foi feita utilizando-se o diagrama espinha de peixe. Usando seções de *brainstorm*, as causas da não satisfação deste cliente foram apontadas e detalhadas, até que as causas raízes fossem identificadas, como mostra a figura 4.3.

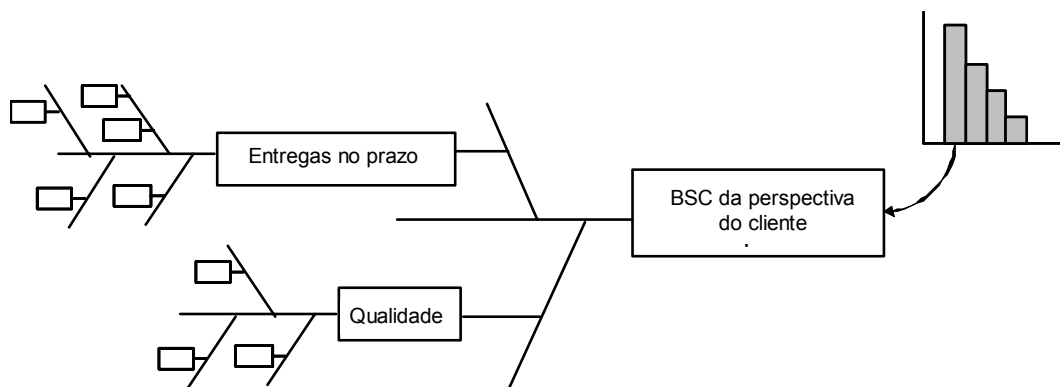


Figura 4.3. Diagrama Espinha de Peixe para se chegar as causas raízes da não satisfação.

Após identificar as causas raízes, um plano de ação foi criado para melhoria do processo. O plano é revisto mensalmente e as metas rastreadas pelo único indicador assinalado. O resultado

final do desempenho do prazo de entrega e qualidade é mostrado na figura 4.4.

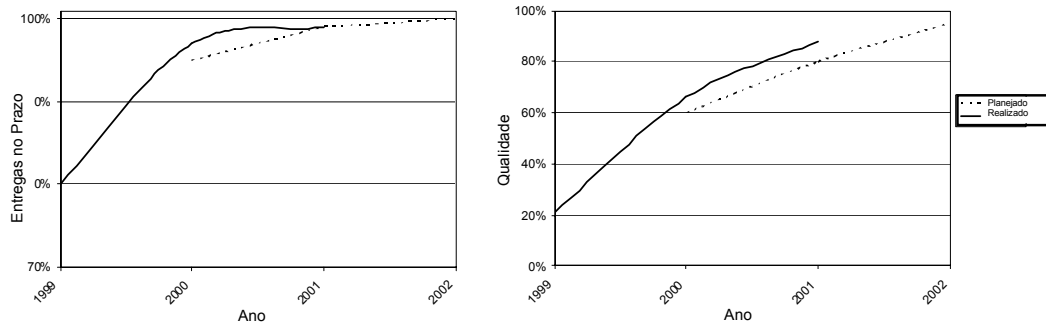


Figura 4.4. Resultado Planejado e Realizado do ano 1999 até 2002.

4.6. Comentários Finais

Neste capítulo foi apresentada a pesquisa realizada junto a empresas de médio e grande porte. Como resultado desta pesquisa concluiu-se que a hipótese de existir um forte elo de ligação entre a medição do desempenho e o projeto do sistema de produção é correta, porém incompleta. Isto ocorre porque o que conduz os projetistas do sistema de produção a procurar as melhores soluções de projeto não são as medidas de desempenho, mas sim os requisitos funcionais – objetivos, corretos. Logo, o sistema de medição é uma consequência dos requisitos funcionais. Ainda, foi apresentado neste capítulo um estudo de caso, onde se exemplifica o uso do Balanced Scorecard.

O próximo capítulo fará considerações sobre a integração do planejamento estratégico, com o projeto do sistema de produção e com o sistema de medição de desempenho.

Capítulo 5

Considerações sobre a Integração do Planejamento Estratégico, com o Projeto do Sistema de Produção e com o Sistema de Medição de Desempenho

5.1. Introdução

Como desenvolvido no capítulo anterior, ter uma estratégia de negócio efetiva e um sistema de medição de desempenho que a suporte é crucial para o sucesso do negócio [TARR, 1997]. Apesar da importância da estratégia de negócio, menos de 10% de todos os planos de negócio são implementados completamente [GENDRON, 1997].

Há muito tempo as empresas têm reconhecido a importância de implementar um sistemas de medição de desempenho mais apropriado. Uma pesquisa feita em 1998 pelo *Institute of Management Accountants* mostrou que 56% das empresas entrevistadas estão atualmente mudando seus sistemas de medição de desempenho. Deste grupo, 58% descreveram esta mudança como significativa, com a maioria das empresas reforçando a importância de incluir medidas não financeiras nos seus sistemas de medição de desempenho.

De acordo com KAPLAN e NORTON [1996] estes dois assuntos – sistemas de medidas de desempenho e estratégia de negócio – são geralmente desenvolvidos independentemente. Porém devem ser de fato vistos com complementares. O sistema de medição de desempenho é uma ferramenta chave que reforça a implementação da estratégia e checka sua aplicabilidade. A melhor maneira de alinhar os indivíduos com a estratégia é avaliá-los pelas medidas que representam esta

estratégia. Porém, como desenvolver uma estratégia e um bom sistema de medidas de desempenho para suportar e auditar a estratégia tem sido mais difícil do que deveria ser.

Neste capítulo é desenvolvido um modelo genérico para, utilizando a decomposição do projeto axiomático do sistema de produção, medir o seu desempenho. Este modelo foi desenvolvido nesta tese, no entanto sua validação deve ser realizada em trabalhos futuros. Inicialmente este modelo é utilizado para desdobrar de forma estruturada as medidas de desempenho utilizadas em um Balanced Scorecard. Assim é possível demonstrar que existe uma convergência de objetivos entre estes dois sistemas, ou uma complementaridade na implementação.

Depois é apresentada a estrutura de medição de desempenho proposta com base da decomposição do projeto axiomático de um sistema de produção genérico. Assim é brevemente discutida a sua estrutura hierárquica de projeto, e as consequentes medidas de desempenho. Ao final é desenvolvido um exemplo de aplicação destas medidas de desempenho em um sistema real.

5.2. Utilização do Projeto Axiomático para desenvolver um Balanced Scorecard

Como citado no tópico 3.8, o Projeto Axiomático tem sido aplicada para projetos de sistemas de produção, e a figura 5.1 mostra uma visão parcial dos três primeiros níveis da decomposição de um projeto do sistema de produção. A decomposição completa do projeto do sistema de produção é apresentado no anexo A-1.

Segundo esta composição, o nível mais alto de FR é maximizar o retorno sobre o investimento durante a vida do sistema. O DP para atingir este FR é o projeto do sistema de manufatura. Este DP pode ser ainda decomposto em três requisitos: maximizar o retorno sobre as vendas, minimizar o custo de produção e minimizar o investimento durante o ciclo de vida do sistema de produção. Este processo contínuo de ida e vinda entre os domínios funcional e físico resulta em uma decomposição hierárquica do sistema em requisitos e parâmetros de projeto. A decomposição apresentada foi feita para ser o mais geral possível. Ou seja, deve ser compatível

com qualquer sistema de produção discreta. Em um projeto específico esta decomposição deve prosseguir até que todos os detalhes do projeto sejam conhecidos.

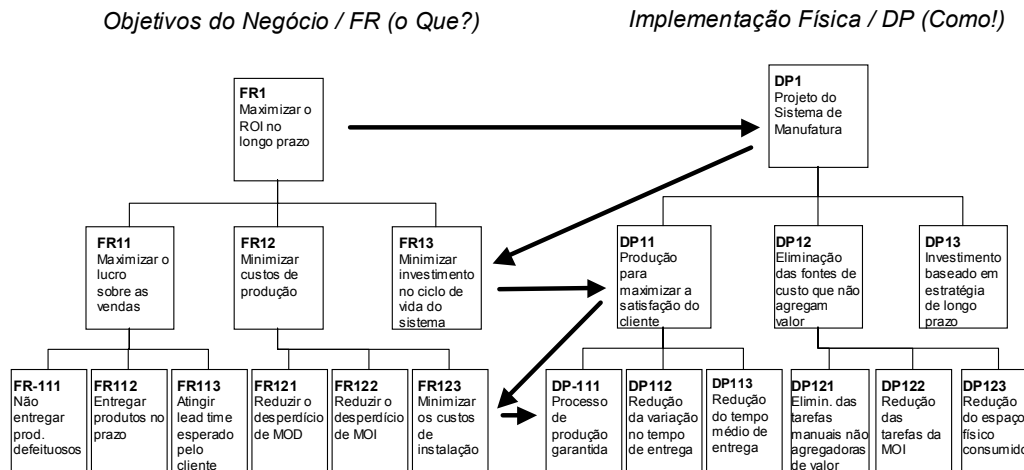


Figura 5.1. Níveis superiores da Decomposição do Projeto do Sistema de Produção [COCHRAN et al., 2000-b]

Os parâmetros de projeto mostram como o sistema atinge os objetivos desejados. Para medir quão bem os FRs são satisfeitos na prática, o grau com que cada DP satisfaz seu correspondente FR deve ser medido em termos de parâmetros mensuráveis. Estas medidas podem então ser usadas para controlar o sistema de produção. Através dos níveis da decomposição do projeto do sistema de produção, os FRs são mais gerais nos níveis superiores e mais específicos nos níveis inferiores. Para cada nível existe um requisito funcional específico e conseqüentemente uma medida específica.

Desde o desenvolvimento da estratégia organizacional, passando pela escolha da estratégia funcional até a decomposição do projeto do sistema de produção, o sistema como um todo é desenvolvido de uma maneira integrada. Então, depois do projeto do sistema de produção, o sistema de medição de desempenho é desenvolvido. Só depois que o próprio projeto do sistema é atingido, o sistema de medição de desempenho é desenvolvido. Deste modo é possível avaliar como o projeto satisfaz os requisitos funcionais.

A decomposição do projeto do sistema de produção fornece uma estrutura bem definida, facilitando a identificação da relevância e importância relativa de cada tarefa dos operadores para atingir os objetivos organizacionais. Além disso, o sistema de medição de desempenho fornece meios para se garantir que os FRs estão sendo perseguidos.

Os operadores estão ligados no planejamento estratégico através da decomposição do Projeto Axiomático. Os gestores da fábrica têm como objetivos pessoais os objetivos estratégicos da empresa. Quando estes FRs são decompostos, os objetivos estratégicos pessoais dos gerentes são apontados. Analisando-se os níveis mais baixos da decomposição, os objetivos ou requisitos funcionais para cada operador ou time de trabalho são definidos. A figura 5.2 apresenta uma visão desta integração. Além disso, do ponto de vista do Balanced Scorecard os FRs de mais alto nível definidos para o sistema de produção são os objetivos estratégicos dos quais derivam as medidas que compõem o BSC.

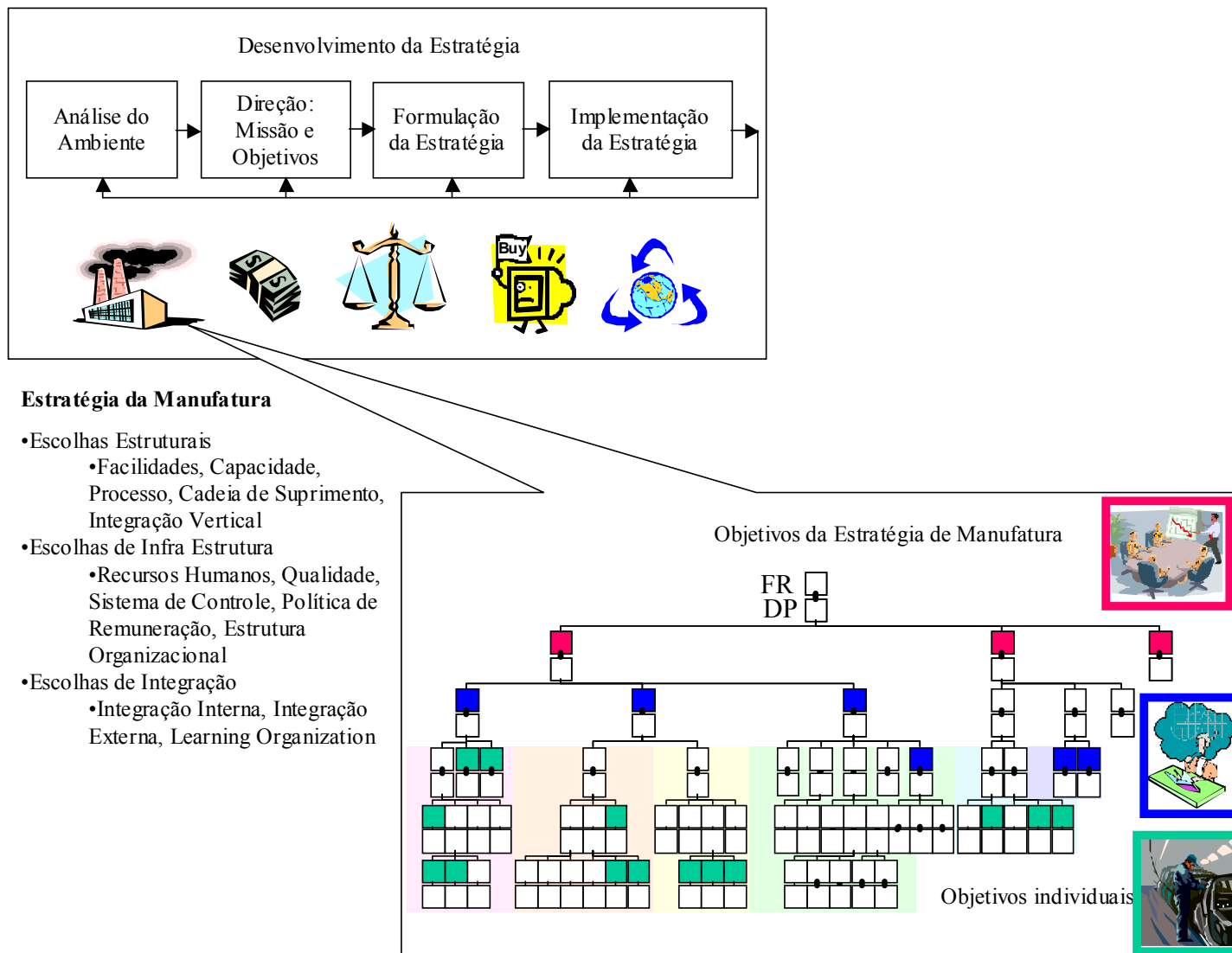


Figura 5.2. Estratégia da Manufatura baseada no Projeto Axiomático

Através do Projeto Axiomático, o projeto da empresa como um todo pode ser feito como parte de um processo integrado, com a decomposição do projeto do sistema servindo como recurso central para o estabelecimento do Balanced Scorecard. Além disso, todos indivíduos são ligados nesta estrutura através dos parâmetros de projeto, ou como eles deveriam atuar para colaborar na obtenção dos FRs estabelecidos. Eles podem então ser avaliados pelas medidas de desempenho que derivam dos FRs. E isto é muito diferente da abordagem tradicional usada por vários autores, que estabelece medidas de desempenho para a empresa baseadas no mapa estratégico e somente nele tentam procurar soluções – como atingir um alto desempenho na medida estabelecida. Sugere-se estabelecer um correto conjunto de requisitos funcionais para empresa como o primeiro passo para o desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho. Um segundo passo é estabelecer as medidas de desempenho indicadas pelos FRs escolhidos. O passo final é encontrar soluções – DPs, que satisfaçam os FRs. Além disso, as medidas de desempenho ajudam a mostrar quão bem é o DP selecionado. A figura 5.3 mostra a estrutura desta abordagem para o sistema de projeto.

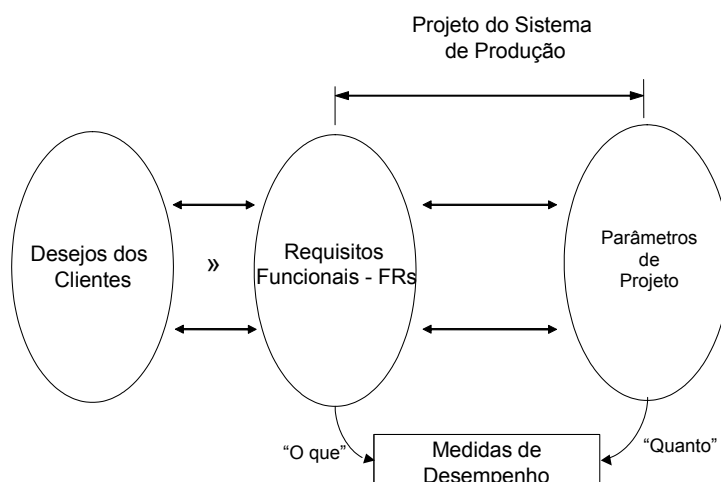


Figura 5.3. Sistema de Produção e Projeto da Medição de Desempenho.

Assim, de acordo com a figura 5.3, as medidas de desempenho são uma consequência da correta identificação dos requisitos funcionais, e estes, por sua vez são os próprios desejos dos clientes. Dentro da perspectiva do Projeto Axiomático os parâmetros de projeto são as soluções de projeto que satisfazem os FRs. Assim o projeto do sistema de produção é resultado da

continua decomposição dos FRs e da identificação dos DPs que os atendem. **Dentro desta perspectiva as medidas de desempenho são consequência dos FRs, e a sua quantificação depende dos DPs. Ou seja, em que grau um determinado DP satisfaz o seu FR. Este deve ser o valor da medida de desempenho.**

Embora o diagrama de causa-efeito mostre a relação entre as medidas de desempenho, ele não mostra como estas medidas podem ser melhoradas. Utilizando o Projeto Axiomático, as soluções (por exemplo, os parâmetros de projeto) bem como as medidas são definidas. Finalmente, utilizando o Projeto Axiomático se evita desenvolver um projeto acoplado e a independência entre as medidas ficam garantidas, como os requisitos funcionais que se origina delas são independentes. Conseqüentemente, a relação entre as medidas de diferentes níveis do BSC pode ser melhor identificada e facilmente entendida. A figura 5.4 mostra esquematicamente como a decomposição do Projeto Axiomático pode suportar o BSC de um sistema genérico de produção.

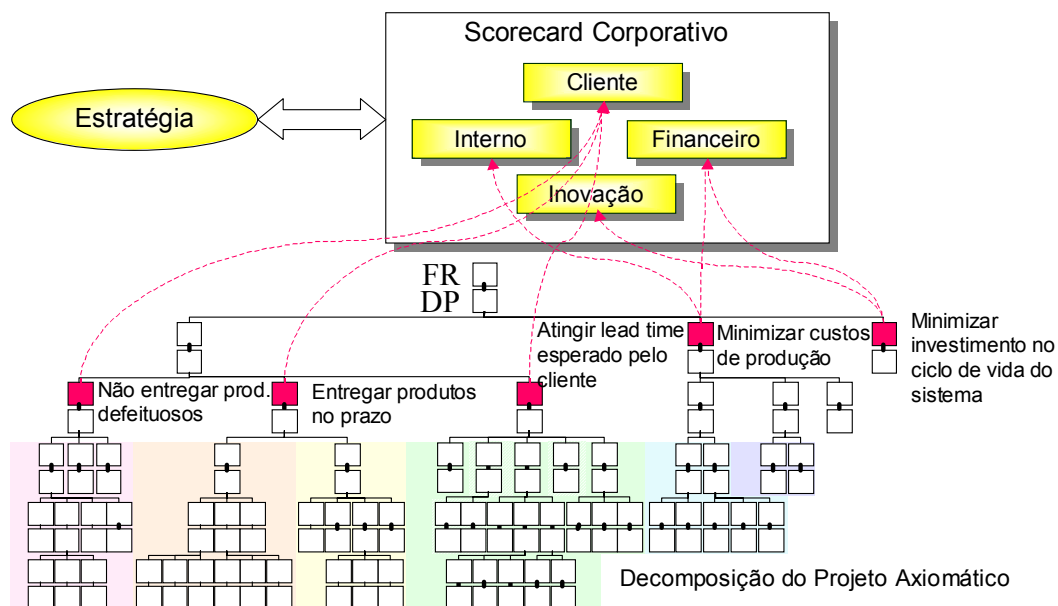


Figura 5.4. Uso do Projeto Axiomático para suportar o Balanced Scorecard

O segundo e o terceiro nível da decomposição do projeto do sistema de produção foram usados para definir os requisitos funcionais do sistema usado para elaborar as quatro visões

usadas pelo BSC. Os FRs “Não entregar produtos defeituosos”, “Entregar produtos no prazo” e “Atingir o lead-time esperado pelo cliente” são requisitos impostos pelo ponto de vista do cliente. O FR “Minimizar custos de produção” pode ser visto pelo ponto de vista interno e financeiro. Finalmente, o FR “Minimizar investimento no ciclo de vida do sistema” tem um ponto de vista financeiro e de inovação. Como mostrado na figura 5.1, estes FRs (também mostrados as caixas sombreadas da figura 5.4) ligados formam o nível mais alto de FR “Maximizar o retorno de investimento a longo prazo”, um ponto de vista financeiro. Um exemplo de medidas de desempenho derivadas destes FRs é mostrado na tabela 5.1.

Tabela 5.1. Sistema de Medição de Desempenho derivado dos Requisitos Funcionais.

Requisitos Funcionais	Scorecard Corporativo			
	Pontos de Vista do BSC			
	Cliente	Financeiro	Inovação	Interno
Não entregar produtos defeituosos	Número de produtos defeituosos entregues			
Entregar produtos no prazo	% Entregas no prazo			
Atender o cliente no prazo desejado	Tempo de Resposta			
Minimizar os custos de produção		Custo Variável Total		% de trabalho indireto
Minimizar investimento no ciclo de vida do sistema		EVA	Flexibilidade	

5.3. Sistema de Medição de Desempenho Baseado na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Esta seção apresenta um conjunto de medidas de desempenho baseadas na decomposição do projeto do sistema de produção - apresentado no Anexo A-1 e reproduzido em versão

simplificada na figura 5.5, onde uma ou mais medidas de desempenho são definidas para cada FR/DP. Como já dito anteriormente, foi dada ênfase no desempenho relativo ao objetivo (FR) e não no meio (DP) utilizado para atingir este objetivo. Ao desenvolver estas medidas buscou-se estabelecer um claro critério de avaliação para cada FR. As medidas foram selecionadas com base na discussão do capítulo 3¹.

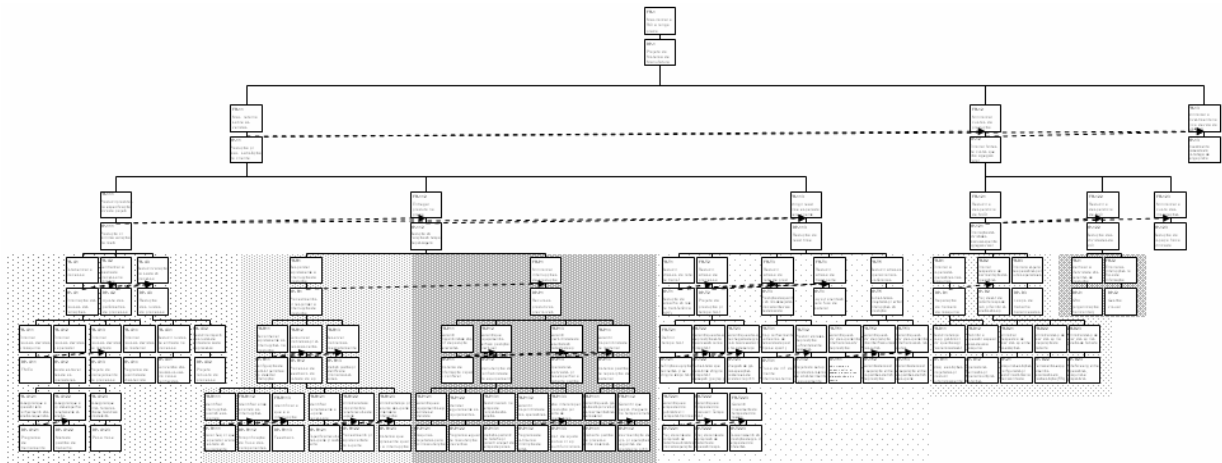


Figura 5.5. Decomposição do Projeto do Sistema de Produção.

5.3.1. Medidas de Desempenho de Alto Nível

Como discutido no capítulo 3, neste nível hierárquico as medidas de desempenho são essencialmente financeiras. No nível da alta gerência estas medidas são muito mais adequadas que medidas físicas. O importante é garantir que estas medidas estejam suportadas por medidas físicas nos níveis hierárquicos mais baixos. O que é garantido pela decomposição do projeto do sistema de produção. A figura 5.6 mostra o ramo da decomposição envolvido. A tabela 5.2 apresenta estas medidas.

¹ Para ver a discussão completa da decomposição do projeto de produção e da elaboração das medidas de desempenho ver LOBO et al. [2002], COCHRAN et al. [2000-b] e DUDA [2001].

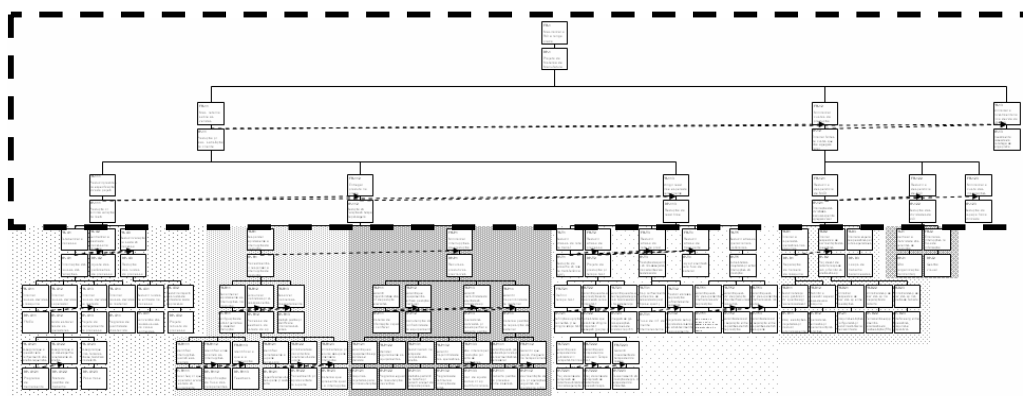


Figura 5.6. Requisitos Funcionais de Alto Nível.

Tabela 5.2. Medidas de desempenho de alto nível baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Requisitos Funcionais (FR)	Medidas de Desempenho (MD)
FR-1: Maximizar o retorno de investimento à longo prazo	PM-1: Retorno sobre o investimento durante o ciclo de vida do sistema
FR-11: Maximizar retorno sobre as vendas	PM-11: Retorno sobre as vendas
FR-111: Produzir produtos na especificação alvo do projeto	PM-111: Capabilidade do processo
FR-112: Entregar produtos no prazo	PM-112: Percentagem de entregas no prazo, quantidade de atrasos
FR-113: Atingir lead time esperado pelo cliente	PM-113: Diferença entre o lead time da empresa e o esperado pelo cliente
FR-12: Minimizar custo de produção	PM-12: Custos de produção
FR-121: Reduzir desperdício de MOD	PM-121: Percentagem do tempo gasto pelo operador em desperdício de movimentos e esperas
FR-122: Reduzir desperdício de MOI	PM-122: Quantidade de MOI requerida
FR-123: Minimizar custo das instalações	PM-123: Custo das instalações
FR-13: Minimizar investimento no ciclo de vida de produção	PM-13: Investimento no ciclo de vida do sistema

5.3.2. Medidas de Desempenho de Qualidade

O principal foco de interesse dos requisitos de qualidade na decomposição do projeto é a variação no ambiente produtivo e todas suas diferentes origens. Assim o foco dos requisitos funcionais de alto nível (FRs Q1, Q2, e Q3) é estabilizar o processo, centralizar a média do processo, e torná-lo robusto o suficiente para que não sofra os impactos de ruídos nas entradas do processo. A medida de desempenho para cada um destes FRs é o número de defeitos devidos a cada uma destas causas. Nos níveis seguintes as fontes de variação são detalhadas uma a uma. A figura 5.7 mostra o ramo da decomposição envolvido. A tabela 5.3 apresenta estas medidas.

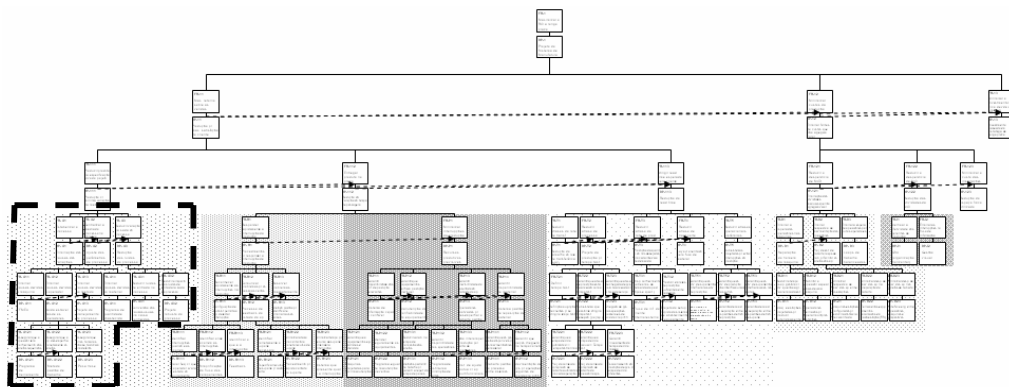


Figura 5.7. Requisitos Funcionais de Qualidade.

Tabela 5.3. Medidas de desempenho de qualidade baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Requisitos Funcionais (FR)	Medidas de Desempenho (MD)
FR-Q1: Estabilizar o processo	PM-Q1: Número de defeitos por n peças com causa conhecida
FR-Q11: Eliminar causas devidas a máquina	PM-Q11: Número de defeitos por n peças devido ao equipamento
FR-Q12: Eliminar causas devidas ao operador	PM-Q12: Número de defeitos por n peças devido aos operadores
FR-Q121: Garantir que o operador tem conhecimento sobre as tarefas requeridas	PM-Q121: Número de defeitos por n peças causadas por desconhecimento dos métodos por parte do operador
FR-Q122: Garantir que o operador consistentemente realiza as tarefas corretamente	PM-Q122: Número de defeitos por n peças causadas por falta de trabalho padrão
FR-Q123: Garantir que os erros humanos do operador não se traduzam em defeitos	PM-Q123: Número de defeitos por n peças causadas por erro humano
FR-Q13: Eliminar causas devidas ao método	PM-Q13: Número de defeitos por n peças devido ao método
FR-Q14: Eliminar causas devidas ao material	PM-Q14: Número de defeitos por n peças devido à qualidade do material
FR-Q2: Centralizar a média do processo no objetivo	PM-Q12: Diferença entre a média de processo e o objetivo
FR-Q3: Reduzir a variação na saída do processo	PM-Q3: Variância na saída do processo
FR-Q31: Reduzir o ruído nas entradas do processo	PM-Q31: Variância nas entradas no processo
FR-Q32: Reduzir o impacto do ruído de entrada na saída do processo	PM-Q32: Variância na saída / Variância na entrada

5.3.3. Medidas de Desempenho para identificar e resolver problemas

Este ramo da decomposição focaliza a necessidade dos indivíduos envolvidos como o sistema de produção de responder adequadamente à interrupções na produção – figura 5.9. Toda a seqüência de FRs reproduz os passos que normalmente são seguidos quando interrupções

ocorrem. Esta seqüência é apresentada na figura 5.8. Assume-se que o operador deve identificar os problemas, porém, em geral, ele precisa de auxílio para resolvê-lo.

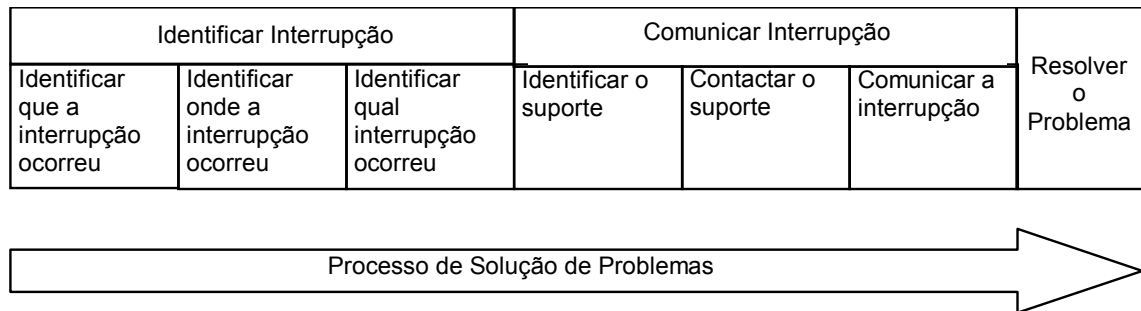


Figura 5.8. Processo de identificação, comunicação e solução de problemas.

A tabela 5.4 apresenta as medidas relativas à identificação e resolução de problemas.

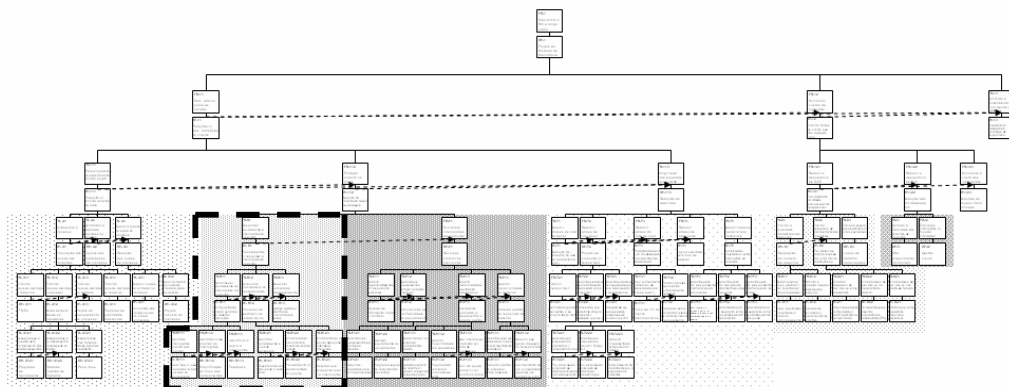


Figura 5.9. Requisitos Funcionais para Identificação e Solução de Problemas.

Tabela 5.4. Medidas de desempenho para identificar e resolver problemas baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Requisitos Funcionais (FR)	Medidas de Desempenho (MD)
FR-R1: Responder rapidamente as interrupções na produção	PM-R1: Tempo médio entre a ocorrência e a solução das interrupções
FR-R11: Reconhecer rapidamente interrupções na produção	PM-R11: Tempo médio entre a ocorrência e a identificação de que é uma interrupção
FR-R111: Identificar interrupções onde elas ocorrem	PM-R111: Tempo médio entre a identificação da interrupção e a identificação de onde ela ocorreu
FR-R112: Identificar interrupções quando elas ocorrem	PM-R112: Tempo médio entre a ocorrência e o reconhecimento de que a interrupção ocorreu
FR-R113: Identificar qual é a interrupção	PM-R113: Tempo médio entre a identificação de onde a interrupção ocorreu e qual interrupção ocorreu
FR-R12: Comunicar o problema para o pessoal correto	PM-R12: Tempo médio entre a identificação de qual é a interrupção e o pessoal de suporte entender qual é a interrupção
FR-R121: Identificar corretamente o suporte necessário	PM-R121: Tempo médio entre a identificação de qual é a interrupção e a correta identificação do suporte necessário
FR-R122: Minimizar o atraso em contactar o suporte correto	PM-R122: Tempo médio entre a identificação e o contato com o suporte correto
FR-R123: Minimizar o tempo para o suporte entender a interrupção	PM-R123: Tempo médio entre contactar o correto suporte e o suporte entender qual é a interrupção
FR-R13: Resolver os problemas imediatamente	PM-R13: Tempo médio entre o suporte entender qual é a interrupção e a solução do problema

5.3.4. Medidas de Desempenho para entregas previsíveis

Este ramo da decomposição do projeto foca a questão de como minimizar o número de interrupções e a variação no tempo de resposta ao cliente que estas interrupções provocam – figura 5.10. Assim os FRs P11 – P14 detalham quatro fontes de variação na produção: informação, equipamento, operadores, e materiais. Para controlar o desempenho

destes FRs pode-se trabalhar em diferentes perspectivas. A primeira é medir o desempenho para cada FR diretamente, independente dos objetivos – FRs, de alto nível. Assim as medidas de desempenho são basicamente o número de interrupções devidas a cada uma das quatro fontes de interrupção - informação, equipamento, operadores, e materiais.

O segundo modo de medir o desempenho neste ramo é medir com que grau de satisfação são atingidos os FRs de baixo nível FRs (P11 – P14, etc.) afetando o FR de alto nível FR-P1 - Minimizar interrupções da produção. Ou seja, pode-se medir quanto tempo de produção foi perdido devido a cada uma das fontes de variação. Estas são medidas indiretas, pois elas não medem o desempenho para cada FR.

As medidas indiretas são muito mais representativas em termos da habilidade do sistema em manter entregas previsíveis. Porém, para se investigar o que realmente está ocorrendo com o sistema, as medidas de mais baixo nível são muito mais específicas, e fornecem um diagnóstico preciso sobre os problemas do sistema. Por exemplo, para sustentar um ciclo de melhoria contínua, as medidas diretas são muito mais importantes que as indiretas – de alto nível. Como já dito na seção anterior, as medidas de desempenho derivadas da decomposição devem ser distribuídas pela estrutura hierárquica de modo similar – Medidas mais agregadas para mão-de-obra indireta, gerência; e medidas diretas para mão-de-obra direta, operadores. A tabela 5.5 apresenta as medidas diretas e a tabela 5.6 apresenta as medidas indiretas.

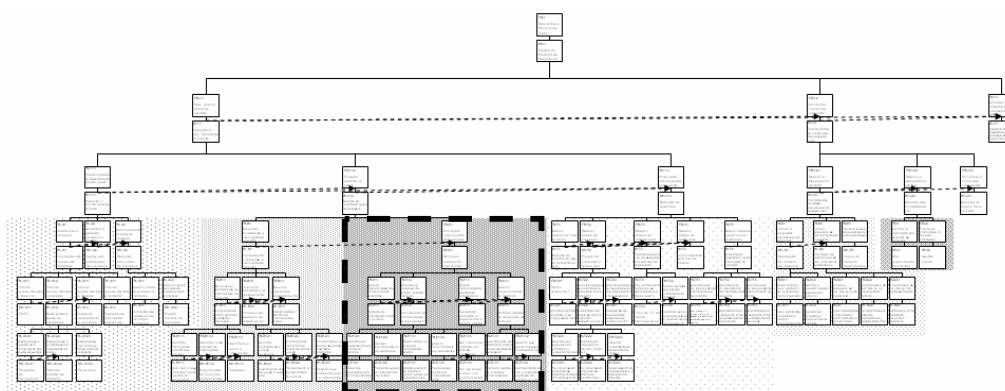


Figura 5.10. Requisitos Funcionais para Entregas Previsíveis.

Tabela 5.5. Medidas de desempenho diretas para entregas previsíveis baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Requisitos Funcionais (FR)	Medidas de Desempenho (MD)
FR-P1: Minimizar interrupções da produção	PM-P1: Número de ocorrências de interrupções, quanto tempo foi perdido em interrupções
FR-P11: Garantir a disponibilidade da informação relevante para a produção	PM-P11: Número de ocorrências de interrupções na informação, quanto tempo em interrupções devido a falta de informações
FR-P12: Garantir que equipamentos tenham produção previsível	PM-P12: Número de ocorrências de quebras não planejadas, Tempo médio de quebra
FR-P121: Garantir que o equipamento seja facilmente atendido	PM-P121: Quanto tempo requerido para atendimento de serviço
FR-P122: Atender regularmente os equipamentos	PM-P122: Frequência de atendimento aos equipamentos
FR-P13: Garantir previsibilidade do resultado do trabalho do operador	PM-P13: Número de falhas devido aos operadores, quanto tempo perdido em interrupções pelos operadores
FR-P131: Reduzir variabilidade no tempo de conclusão das tarefas	PM-P131: Variância do tempo de conclusão da tarefa
FR-P132: Garantir disponibilidade dos operadores	PM-P132: Número de ocorrências de atrasos dos operadores, Quantidade de atrasos dos operadores
FR-P133: Não interromper produção por falta de operadores	PM-P133: Número de falhas devido a falta de operadores, quanto tempo perdido com interrupções devidas a falta de operadores
FR-P14: Garantir disponibilidade de material	PM-P14: Número de falhas devido a falta de material, quanto tempo com interrupções para faltas de material
FR-P141: Garantir que as peças estão disponíveis para os movimentadores de material	PM-P141: Número de ocorrências de falta de peças no supermercado
FR-P142: Garantir que peças cheguem no momento correto	PM-P142: <i>PeçasPedidas – PeçasEntregues</i>

Tabela 5.6. Medidas de desempenho indiretas para entregas previsíveis baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Requisitos Funcionais (FR)	Medidas de Desempenho (MD)
FR-P1: Minimizar interrupções da produção	PM-P1: Tempo de produção perdido devido a interrupções
FR-P11: Garantir a disponibilidade da informação relevante para a produção	PM-P11: Tempo de produção perdido devido à falta de informação
FR-P12: Garantir que equipamentos tenham produção previsível	PM-P12: Tempo de produção perdido devido a quebras inesperadas
FR-P121: Garantir que o equipamento seja facilmente atendido	PM-P121: Tempo de produção perdido enquanto os equipamentos estão sendo atendidos
FR-P122: Atender regularmente os equipamentos	PM-P122: Tempo de produção perdido devido à frequência inadequada de manutenção
FR-P13: Garantir previsibilidade do resultado do trabalho do operador	PM-P13: Tempo de produção perdido devido à baixa produtividade do operador
FR-P131: Reduzir variabilidade no tempo de conclusão das tarefas	PM-P131: Tempo de produção perdido devido a variações no tempo de conclusão das tarefas
FR-P132: Garantir disponibilidade dos operadores	PM-P132: Tempo de produção perdido devido a operadores indisponíveis
FR-P133: Não interromper produção por falta de operadores	PM-P133: Tempo de produção perdido devido a falta de operadores
FR-P14: Garantir disponibilidade de material	PM-P14: Tempo de produção perdido devido à falta de material
FR-P141: Garantir que as peças estão disponíveis para os movimentadores de material	PM-P141: Tempo de produção perdido devido aos movimentadores de material esperarem por peças
FR-P142: Garantir que peças cheguem no momento correto	PM-P142: Tempo de produção perdido devido a operadores esperando pela chegada de material

5.3.5. Medidas de Desempenho para Redução de Atrasos

Este ramo da decomposição busca atender o cliente dentro do tempo desejado por ele – figura 5.11. Ou seja, busca reduzir o tempo de resposta do sistema de produção. Assim, os FRs de alto nível apontam para as cinco categorias de atraso – Lote de transporte, tempo de processo, lote de produção, tempo de transporte e atrasos sistêmicos. Para medir estes atrasos pode-se usar a contagem do inventário para estimar o tempo de passagem do sistema, onde o tempo de passagem médio é igual o inventário médio total dividido pela taxa média que as peças entram e saem do sistema – tempo de processo da operação gargalo. Então, cada tipo de atraso pode ser medido de acordo com quanto inventário adicional deve se mantido no sistema devido a ele. Por exemplo, o inventário adicionado pelo atraso de transporte (tempo que as peças gastam sendo movimentadas de operação para operação) pode ser medido pelo número médio de peças que transitam pelo sistema em uma dada hora. A tabela 5.7 mostra estas medidas.

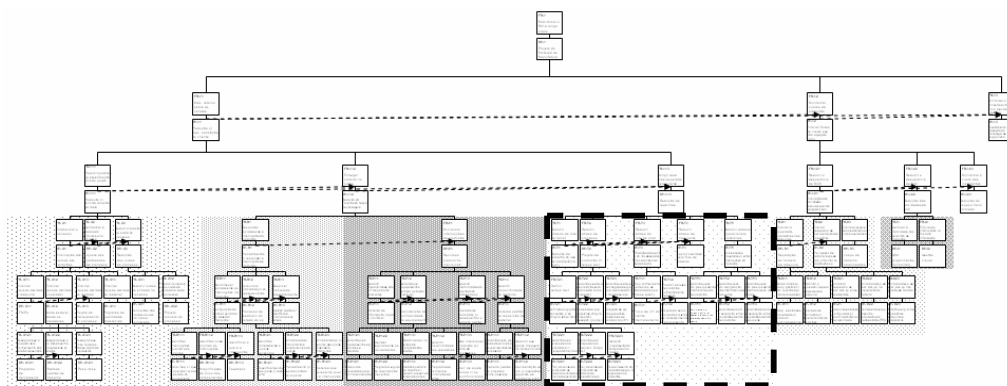


Figura 5.11. Requisitos Funcionais para a Redução de Atrasos.

Tabela 5.7. Medidas de desempenho para redução de atrasos baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Requisitos Funcionais (FR)	Medidas de Desempenho (MD)
FR-T1: Reduzir atraso do lote de transferência	PM-T1: Inventário devido a atraso relativo ao lote de transferência
FR-T2: Reduzir atraso de processo	PM-T2: Inventário devido a atraso relativo ao processo
FR-T21: Definir tempo takt	PM-T21: Esta informação foi disponibilizada? (Sim/Não)
FR-T22: Garantir que a taxa de produção está balanceada com o tempo takt	PM-T22: Diferença entre o tempo de ciclo e o tempo takt
FR-T221: Garantir que o tempo de ciclo automático $\leq$ Tempo takt mínimo	PM-T221: Isto foi atingido? (Sim/Não)
FR-T222: Garantir que o tempo de ciclo manual $\leq$ Tempo takt	PM-T222: Isto foi atingido? (Sim/Não)
FR-T223: Garantir nivelamento do tempo de ciclo médio do mix	PM-T223: O tempo de ciclo médio é menor que o tempo takt no dado intervalo? (Sim/Não)
FR-T23: Garantir que a taxa de entrega de peças está balanceada com a taxa de produção	PM-T23: Diferença entre a taxa de entrega e a taxa de produção
FR-T3: Reduzir atraso do lote de produção	PM-T3: Inventário devido ao lote de produção
FR-T31: Disponibilizar informação sobre o mix de produtos demandados (itens e quantidades)	PM-T31: Esta informação foi disponibilizada? (Sim/Não)
FR-T32: Produzir em lotes de produção suficientemente pequenos	PM-T32: $\text{Lote}_{\text{Atual}} - \text{lote}_{\text{Meta}}$
FR-T4: Reduzir atraso de transporte	PM-T4: Inventário devido a atraso relativo ao transporte
FR-T5: Reduzir atrasos operacionais sistêmicos	PM-T5: Tempo de produção perdido devido a interferências entre os diferentes recursos
FR-T51: Garantir que as atividades de suporte não interfiram nas atividades de produção	PM-T51: Tempo de produção perdido devido a interferências entre o suporte e a produção
FR-T52: Garantir que as atividades de produção não interfiram umas nas outras	PM-T52: Tempo de produção perdido devido aos recursos de produção interferirem uns nos outros
FR-T53: Garantir que as atividades de suporte (pessoas/automação) não interfiram uma na outra	PM-T53: Tempo de produção perdido devido aos recursos de suporte interferirem uns nos outros

5.3.6. Medidas de Desempenho para reduzir custos de mão-de-obra direta e indireta

O foco das medidas de mão-de-obra direta e indireta é a eliminação das tarefas que não agregam valor – figura 5.12. A decomposição do ramo referente a MOD (FRs D1-D3) é baseada em dois tipos de desperdícios: espera e movimentação desnecessária. Com isso espera-se que os operadores gastem o menor tempo possível esperando que outro operador complete seu trabalho (FR-D3) ou esperando na estação enquanto a máquina completa o ciclo automático (FR-D1). A eliminação da espera do operador enquanto a máquina completa seu ciclo é feita através do uso de *workloops*, onde um operador opera várias máquinas, andando de uma estação para outra, desde que o tempo gasto na caminhada não adicione valor ao produto. Por isso o tempo de caminhada e a distância percorrida devem ser minimizados. Isto se consegue posicionando-se as máquinas o mais próximo possível. Também se deseja que o desperdício de movimentação do trabalho do operador (FR-D23) e o trabalho de preparação (FR-D22) sejam minimizados. Em todos os casos, as medidas de desempenho que buscam eliminar a espera e o desperdício de movimentação encorajam a redução da porção do tempo do operador que é gasta em operações que não agregam valor.

No caso da mão-de-obra indireta, o foco é fazer as atividades gerenciais o mais eficientemente possível. Outras formas de MO indireta como manutenção e controle de qualidade não são tratadas neste ramo da decomposição.

As atividades da mão-de-obra indireta que permanecem são divididas em duas categorias: supervisão (FR-I1) e programação (FR-I2). De forma ideal, gostar-se-ia de que os operadores fossem capazes de rodar e programar o sistema com mínima supervisão externa, permitindo que os trabalhadores indiretos focalizem melhorias futuras.

A tabela 5.8 apresenta as medidas de desempenho que buscam reduzir os custos de mão-de-obra direta e indireta.

Tabela 5.8. Medidas de desempenho para reduzir custos de mão-de-obra direta e indireta baseadas na Decomposição do Projeto do Sistema de Produção

Requisitos Funcionais (FR)	Medidas de Desempenho (MD)
FR-D1: Eliminar a espera dos operadores nas máquinas	PM-D1: Percentual do tempo do operador gasto em espera nos equipamentos
FR-D11: Reduzir o tempo que os operadores gastam com atividades que não agregam valor em cada estação	PM-D11: Percentual do tempo do operador gasto em tarefas que não agregam valor enquanto esperam nas estações
FR-D12: Habilitar o operador a operar mais de uma máquina/estação	PM-D12: Percentual das estações no sistema que cada operador pode operar
FR-D2: Eliminar desperdício de movimentação dos operadores	PM-D2: Percentual do tempo do operador gasto em movimentos desnecessários
FR-D21: Minimizar desperdício de movimentação dos operadores entre as estações	PM-D21: Percentual do tempo do operador gasto andando entre estações
FR-D22: Minimizar desperdício de movimentação dos operadores na preparação do trabalho	PM-D22: Percentual do tempo do operador gasto em desperdício de movimentos durante a preparação do trabalho
FR-D23: Minimizar desperdício de movimentação dos operadores nas tarefas de trabalho	PM-D23: Percentual do tempo do operador gasto em desperdícios de movimentos durante a rotina de trabalho
FR-D3: Eliminar a espera de operadores por outros operadores	PM-D3: Percentual do tempo do operador gasto em espera por outros operadores
FR-I1: Melhorar a efetividade dos gerentes de produção	PM-I1: Quantidade de trabalho indireto requerido para gerir o sistema
FR-I2: Eliminar as interrupções no fluxo de informação	PM-I2: Quantidade de trabalho indireto requerido para programar o sistema

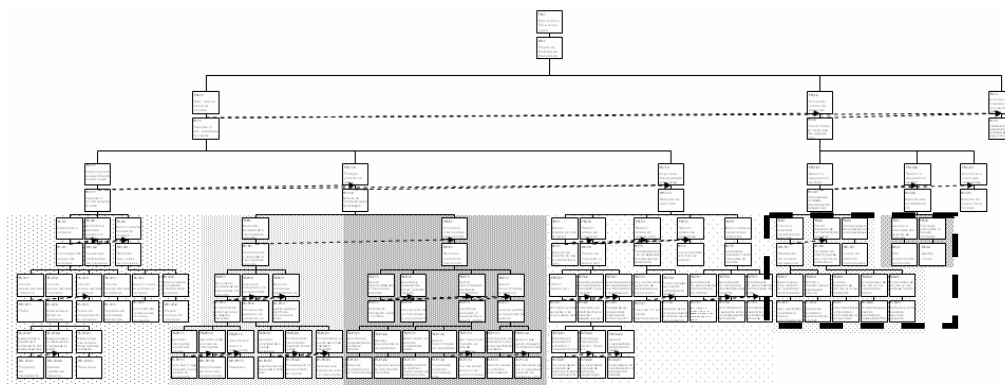


Figura 5.12. Requisitos Funcionais para Redução dos Custos de Mão-de-Obra Direta e Indireta.

5.4. Avaliação do Sistema Proposto

A seção anterior sugeriu uma extensiva lista de medidas de desempenho para monitorar e avaliar o desempenho do sistema de manufatura. Esta lista de medidas não consiste, entretanto, um completo sistema de medição de desempenho. Esta seção avalia estas medidas e discute como as medidas podem ser usadas como parte de um completo sistema de medição de desempenho.

Para as medidas de desempenho baseadas na decomposição do Projeto do Sistema de Produção existe uma forte correlação entre o nível da decomposição do qual a medida sai e sua categoria, particularmente no caso da fonte dos dados, tipo de dado e nível hierárquico organizacional. As medidas derivadas do mais baixo nível tendem a ser internas, objetivas e aplicadas nos níveis mais baixos da organização. Tais medidas tendem focar detalhes internos do sistema, tais como fontes específicas de problemas de qualidade e confiabilidade. Logo, estas medidas serão medidas internamente e no nível do chão-de-fábrica, e geralmente são objetivamente quantificadas. As medidas de alto nível são geralmente externas, subjetivas e aplicadas aos mais altos níveis da organização. Nestas medidas, fatores externos como expectativa e satisfação dos clientes se tornam importantes, fazendo que estas medidas sejam mais subjetivas.

O uso da estrutura da decomposição do Projeto do Sistema de Produção assegura que todas

as medidas:

- Estão relacionadas com os objetivos estratégicos,
- São baseadas em fatores que podem ser influenciados ou controlados pelas funções da manufatura;
- Têm um propósito específico;
- Incluem uma vasta variedade de fatores não financeiros.

É importante ainda que sejam definidas metas para cada medida. Deve-se tomar cuidado ao definir estas metas, pois toda empresa gostaria de eliminar todos os defeitos, todas as manutenções corretivas, etc; e com isso estabelecer meta zero. Entretanto, seria melhor definir metas mais imediatas, baseadas em metas mais realistas e atingíveis.

A figura 5.13 – Anexo A-2, apresenta uma matriz de avaliação de desempenho baseada na decomposição do projeto do sistema de produção. Esta matriz permite avaliar um determinado sistema de produção identificando como os requisitos funcionais – 1ª linha, estão sendo atingidos – níveis de 1 a 6. Cada um destes níveis representa um DP – solução de projeto, diferente.

5.5. Exemplo de um Sistema de Medição de Desempenho baseado na Decomposição de Projeto¹

Para ilustrar o desenvolvimento de um scorecard em uma empresa utilizando a decomposição de projeto mostrada na figura 5.2, os objetivos (FRs) e as soluções (DPs) que envolvem responsabilidades individuais.

O exemplo é baseado na célula de manufatura de um fornecedor de autopeças. Esta célula foi projetada para produzir três diferentes modelos de barra de direção e para operar com dois operadores. A operação da célula inclui uma variedade de processos: usinagem, lavagem, tratamento térmico, teste, e algumas montagens. O cliente deseja receber entregas diárias de todos os modelos e deseja flexibilidade suficiente para decidir qual o mix de modelos a receber com um pequeno tempo de aviso. Esta célula é mostrada esquematicamente na figura 5.14.

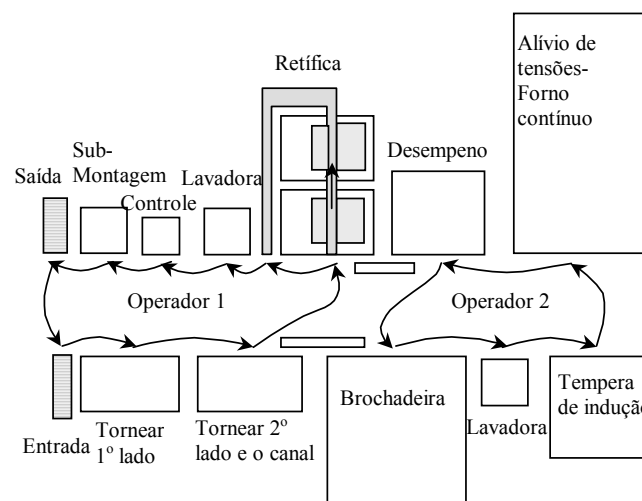


Figura 5.14. Esquema da célula de usinagem da caixa de direção.

A decomposição do projeto do sistema de manufatura - mostrada na figura 5.2, é usada para identificar os requisitos funcionais que são atingidos através do desempenho dos operadores.

¹ Para estudo completo ver LOBO, COCHRAN e DUDA, 2000.

Como é feito na implementação do BSC, propõe-se delegar a seleção das medidas correspondente a cada FR aos operadores e levá-las para aprovação dos seus supervisores. O significado disto é reforçar a importância das atividades dos operadores na estratégia, e chamar a atenção dos operadores para a estratégia da empresa, mostrando como o operador é envolvido. Para este exemplo, a decomposição hierárquica, FRs, DPs e medidas de desempenho que afetam as atividades dos operadores são listadas na tabela 5.9.

Tabela 5.9. FRs, DPs e Medidas de Desempenho envolvidas nas tarefas do operadores

Nível decomp.	Requisitos Funcionais	Parâmetros de Projeto	Medidas de desempenho
VI	Operador tem conhecimento da tarefa requerida	Programa de treinamento	Existência de um plano de trein. e horas de treinamento
VI	Operador consist. realiza a tarefa corretamente	Trabalho padrão	Num. de defeitos causados pela falta de trabalho padrão
V	Solucionar problemas imediatamente	Método padrão para identif. e eliminar a causa-raiz	Tempo médio para solucionar problemas
VI	Fornecer informação adequada para as áreas de apoio	Sist. que demonstre a natureza do problema	% de problemas bem descritos
VI	Minimizar atraso no contato com recurso de suporte	Sist. rápido de transf. de inform.	Tempo médio de contato
VI	Reduzir variabilidade no tempo de completar as tarefas	Trabalho padrão para fornecer estabilidade	Grau de conhecimento do trabalho padrão
VI	Assegurar disponibilidade dos operadores	Progr. de envolv. dos operadores	Registro de faltas
VI	Não interromper a produção por falta de operadores	Trabalho em times, operador multi-funcional	Produtividade do time de trabalho
V	Disponibilizar operadores para operar mais de uma máquina	Treinam. dos operadores para múltiplas estações	% de estações em que o operador pode trabalhar
V	Minimizar movimentação no trabalho de preparação dos operadores	Ferramentas Padronizadas (5S)	Tempo médio de preparação
V	Minimizar movimentação no trabalho dos operadores	Interface ergonômica	Número de melhorias de interfaces sugeridas e implementadas

Este breve exemplo mostra a relação entre os requisitos funcionais do sistema e dos parâmetros de projeto com as medidas de desempenho. A decomposição do projeto do sistema de produção fornece uma estrutura para traçar a relevância e a importância das diversas tarefas diárias para se atingir os objetivos da empresa. O sistema de medição de desempenho assegura que os FRs individuais estão sendo perseguidos. Por exemplo, a redução do número de defeitos segundo métodos padrões imprecisos resultam na redução do número de peças entregues com defeito. Isto resultará na melhoria do retorno sobre as vendas, e conseqüentemente em um melhor retorno sobre o investimento. Em outra relação, a redução do tempo médio para solucionar problemas (uma medida sobre o ponto de vista do processo interno do negócio) resultará em uma maior capacidade para entregar produtos no prazo. Isto impacta positivamente a medida financeira – retorno sobre as vendas. O uso do Projeto Axiomático não somente conduz ao estabelecimento de relações mais bem definidas entre os objetivos estratégicos, mas também indica soluções específicas de projeto para serem usadas e satisfazer os FRs e facilitar a seleção das medidas de desempenho apropriadas. Esta integração é mostrada na figura 5.15.

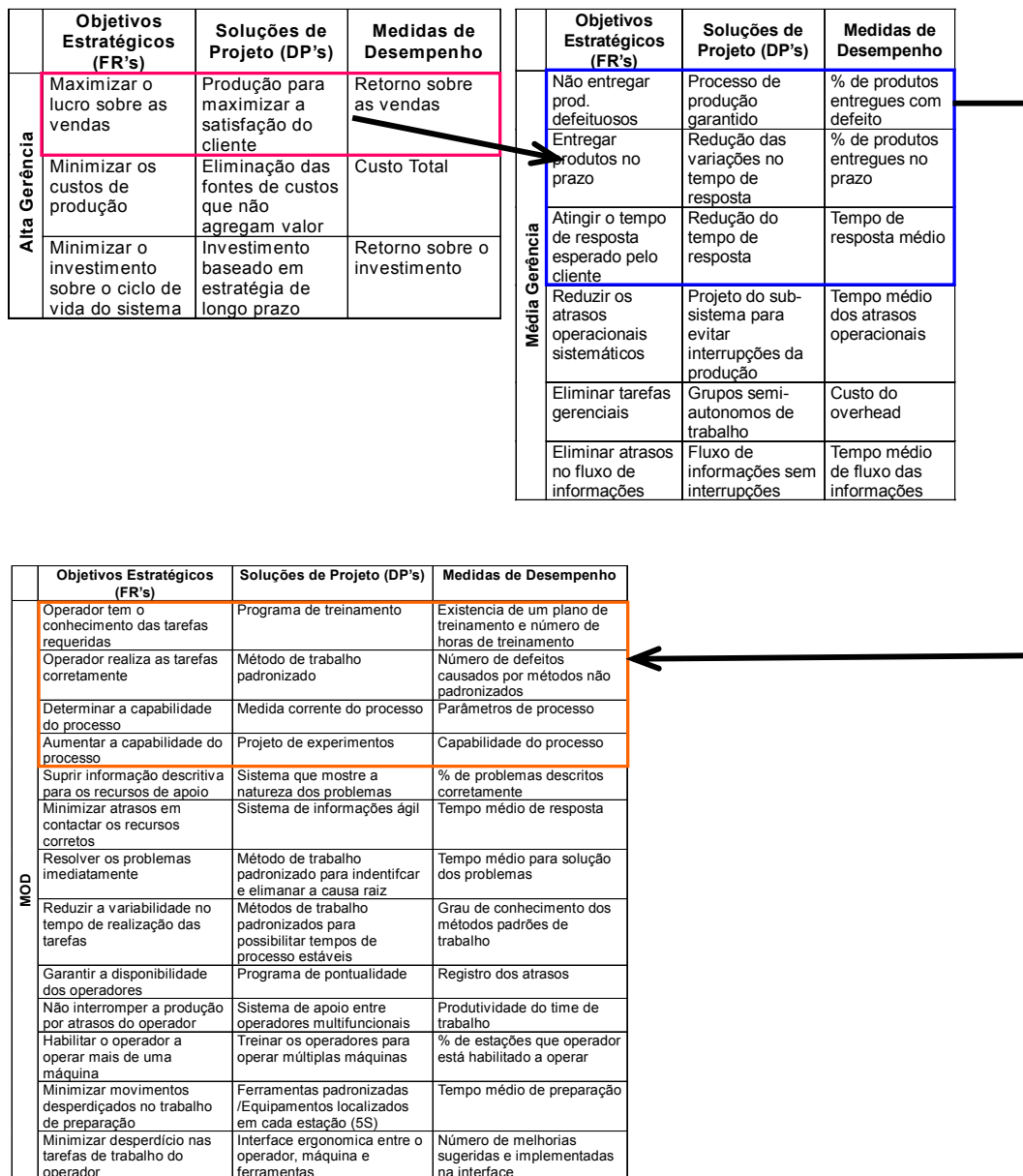


Figura 5.15. Integração das Medidas de Desempenho através da estrutura hierárquica da empresa.

5.6. Comentários Finais

Este capítulo mostrou como o Balanced Scorecard pode ser desenvolvido utilizando o Projeto Axiomático. O uso da relação causa-efeito entre os objetivos estratégicos é interessante para mostrar como um planejamento da empresa melhora o seu resultado financeiro e para indicar quais medidas são importantes para melhorar e atingir estes resultados. Contudo, o

comportamento acoplado desses objetivos torna difícil de mostrar como cada medida atuará na melhoria de desempenho como um todo. Utilizando o Projeto Axiomático, este projeto acoplado pode ser evitado. Além disso, os objetivos estratégicos são usados como requisitos funcionais. Quando os parâmetros de projeto são associados com os FRs pela decomposição do Projeto Axiomático, as interações são minimizadas e as causalidades podem ser apontadas claramente através da correta seleção das soluções para o sistema de projeto (parâmetros de projeto).

Considerando o planejamento estratégico, os FRs de mais alto nível na decomposição do Projeto Axiomático para o sistema de produção são os objetivos estratégicos organizacionais. Conseqüentemente, a estrutura do Projeto Axiomático é usada para interligar o planejamento estratégico (FRs) e o sistema real (DPs). **Considerando que o que diferencia um DP de outro é o grau com o de satisfação do FR – e este grau é a medida de desempenho correspondente, as medidas de desempenho são consequência dos FRs, e devem ser somente desenvolvidas depois de definidos os FRs, e não antes destes.**

Neste capítulo também foi apresentado uma estrutura genérica do projeto do sistema de produção. E partindo dos FRs desta decomposição foi estabelecido um conjunto de medidas de desempenho compatível. Como o conjunto de FRs identificados e os DPs utilizados se indentificam claramente o TPS, ou Sistema de Produção Enxuto, as medidas de desempenho selecionadas são perfeitamente aderentes a este sistema de produção.

Capítulo 6

Conclusão

Este trabalho teve como objetivo propor um sistema integrado de medição de desempenho. Para atingir este objetivo foram estudados o Projeto Axiomático, o planejamento estratégico e seus desdobramentos no sistema de produção e de medição de desempenho. Foi apresentada ainda, uma análise das principais abordagens utilizadas no projeto do sistema de produção: americano, japonês e europeu.

Além do desenvolvimento teórico, fez-se uma pesquisa de campo onde foram entrevistadas algumas empresas. Por fim, apresentou-se uma discussão sobre a implantação, vantagens e desvantagens do Balanced Scorecard, bem como um caso de aplicação do BSC.

A seguir são apresentados alguns comentários observados na revisão bibliográfica:

- As medidas de desempenho devem estar de acordo com os objetivos estratégicos da empresa.
- O Projeto Axiomático foi utilizado para fazer uma análise dos diferentes sistemas de produção (produção em massa, produção enxuta e modelo de produção baseado em Grupos Semi-Autônomos de trabalho). O importante de se utilizar o Projeto Axiomático nesta análise é evitar comparações entre diversos modelos baseados em medidas de desempenho isoladas que podem não representar corretamente o que realmente está se buscando em cada um destes modelos, que é atender os requisitos

funcionais, existentes em cada ambiente.

- O Projeto Axiomático permite analisar sistemas distintos e apontar as soluções sistêmicas utilizadas.
- O Uso do Projeto Axiomático permite projetar de modo estruturado o sistema de produção.

A seguir são apresentadas as conclusões deste trabalho:

- **O sistema de produção “Enxuto” não surgiu como resultado do uso do melhor sistema de medição de desempenho, mas sim da correta identificação dos seus requisitos funcionais, e da correta solução de cada um destes FRs.** Da mesma forma, o sistema de produção em massa não “evoluiu” para o sistema de produção “Enxuto” pois não foram identificadas as mudanças ocorridas nos requisitos do sistema, e conseqüentemente, as mesmas soluções de projeto continuaram sendo aplicadas. Assim, o sistema de medição é uma conseqüência dos requisitos funcionais preestabelecidos. **O projeto do sistema de produção é resultado dos requisitos funcionais. E o sistema de medição de desempenho mede em que grau o projeto do sistema de produção atende aos requisitos funcionais.**
- Sobre a pesquisa realizada pode-se concluir que a hipótese inicialmente feita (*Existe um forte elo de ligação entre a medição do desempenho e o projeto do sistema de produção. Se alinharmos as medidas de desempenho com os objetivos, ou a estratégia da empresa, o resultado será um Sistema de Produção que atende, segundo o projeto axiomático, aos requisitos funcionais*), é correta, porém incompleta. **O que conduz os projetistas do sistema de produção a procurar as melhores soluções não são as medidas de desempenho, mas sim a correta identificação dos requisitos funcionais.**
- Apesar dos trabalhos desenvolvidos no sentido de obter um sistema de medição de

desempenho genérico para qualquer empresa, ou ao menos uma única metodologia para o seu desenvolvimento, os resultados são pouco significativos. A maioria dos sistemas estudados não foi suficientemente aplicada para suportar uma análise mais abrangente. Estes trabalhos são inconclusivos. A única expressão é o BSC que vem sendo aplicado repetidamente por um número relevante de empresas.

- O Balanced Scorecard é um sistema acoplado, difícil de ser controlado e difícil de ser auditado. O resultado é um sistema de medição de desempenho cujas medidas se sobrepõem. Alguns objetivos são medidos mais de uma vez, pois cada medida avalia mais de um objetivo. Isto é consequência do mapeamento de causa-efeito. Qualquer mudança em um parâmetro afeta todo o sistema. Por possuir um projeto acoplado, o Balanced Scorecard tem como consequência natural a dificuldade de ser controlado. Além disso, é difícil auditar o seu mapa estratégico, pois não é possível isolar cada mudança e conferir o resultado obtido.
- A decomposição dos requisitos funcionais (FRs) e a consequente identificação dos corretos parâmetros de projeto (DPs) e as medidas de desempenho (PMs) estabelece um modelo genérico – apresentado no anexo A-1 – para uma fábrica projetada e operada com base nos mesmos FRs. Para os níveis hierárquicos superiores, as medidas de desempenho tendem a ser as mesmas medidas de desempenho da empresa. Já os níveis de mão-de-obra direta e outros tendem a ter as medidas de desempenho mais específicas, sendo mais difícil estabelecer um modelo genérico.
- **O uso da estrutura da decomposição do Projeto do Sistema de Produção assegura que todas as medidas estão relacionadas com os objetivos estratégicos, e são baseadas em fatores que podem ser influenciados ou controlados pelas funções da manufatura;** têm um propósito específico; e incluem uma grande variedade de fatores não financeiros.
- **Não se tem a intenção de que o conjunto de medidas de desempenho apresentado**

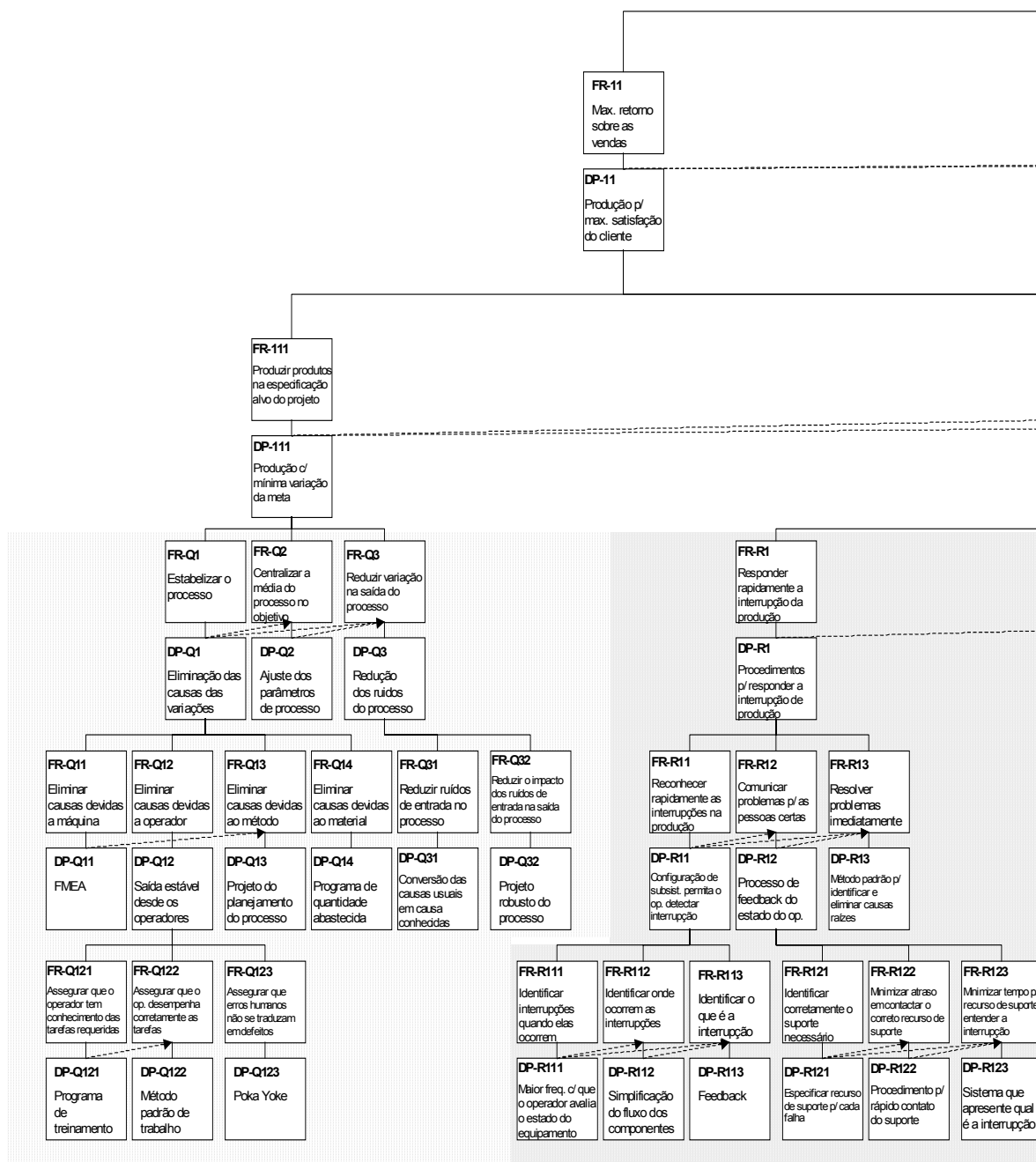
seja um sistema de medição de desempenho completo e universal.

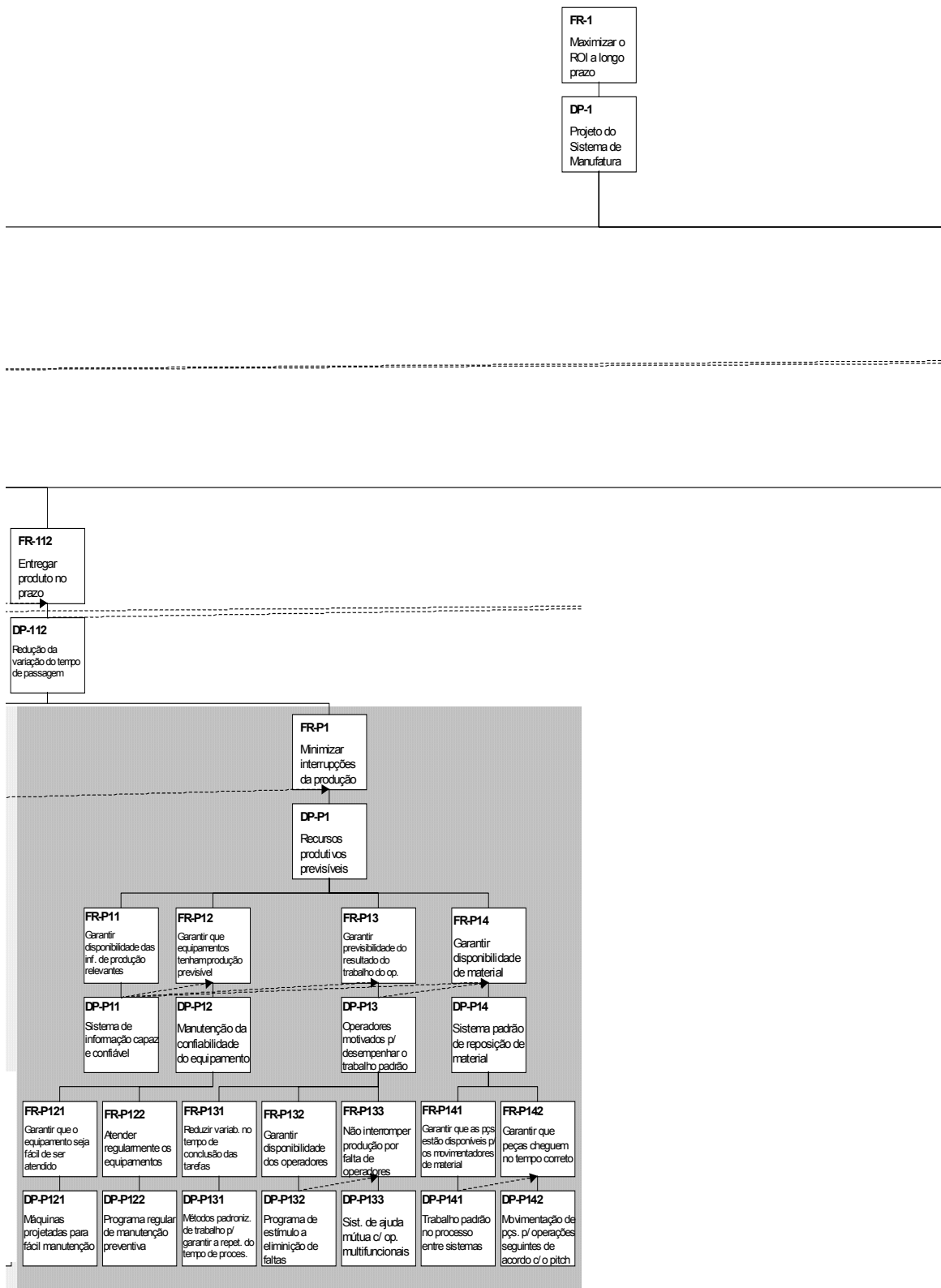
A seguir, colocam-se algumas indicações para posteriores estudos, tais como:

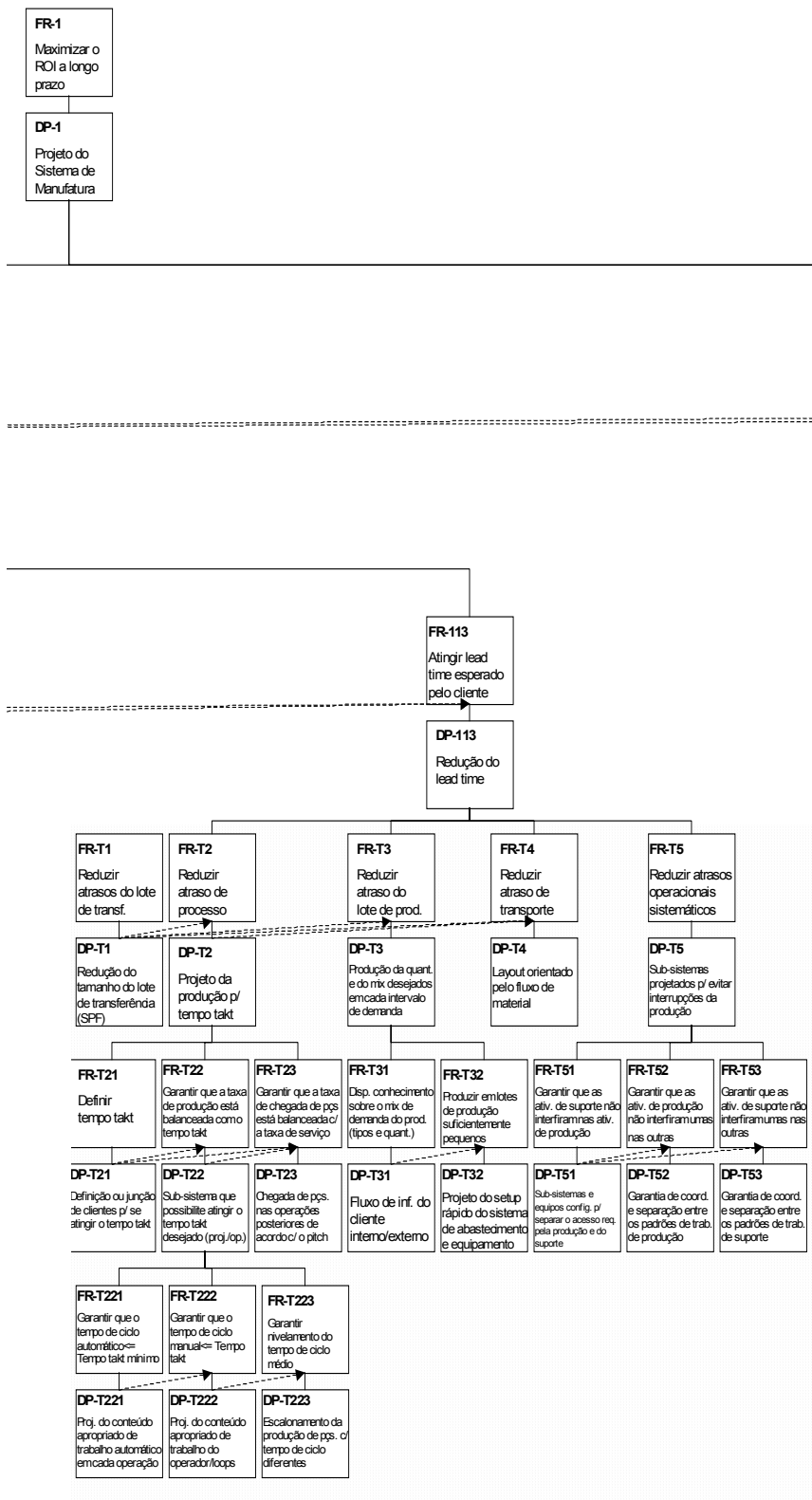
- A metodologia de projeto axiomático aplicada à sistemas de produção ainda é muito recente e foi pouco aplicada e testada na prática. Aparentemente aplicar esta metodologia em projetos de novas linhas de produção é mais simples do que aplicá-la em sistemas de produção já em operação. Ambas aplicações deveriam ser realizadas;
- O sistema de medição de desempenho proposto não foi aplicado de forma integral, desde o plano estratégico até o projeto do sistema físico, e de forma vertical – ou seja, em toda estrutura hierárquica, de uma empresa. Esta aplicação deve ser feita para validar o trabalho realizado.
- Finalmente, o segundo axioma de projeto, o axioma do conteúdo de informação deveria ser investigado como sendo este também um indicador de desempenho interessante e que permite a comparação de diferentes empresas.

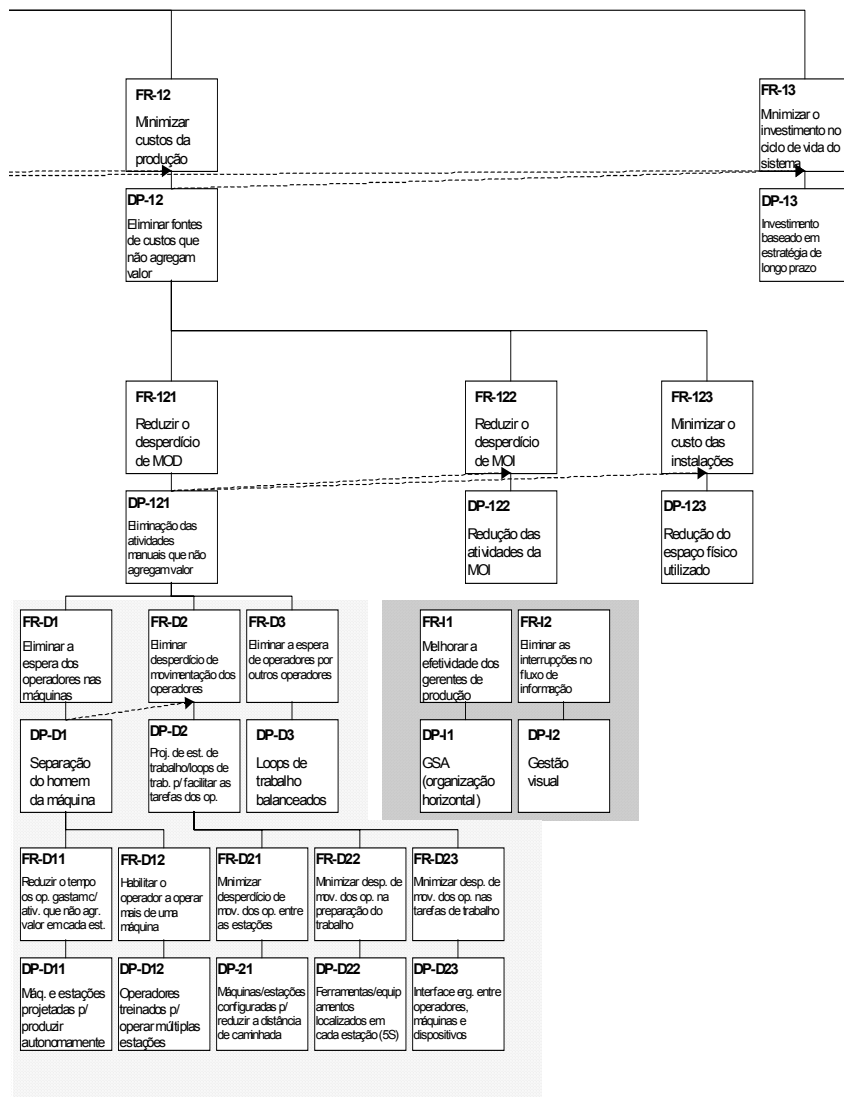
Anexos

A-1: Decomposição do Projeto do Sistema de Manufatura









A-2: Matriz de Avaliação do Desempenho

Nível superior da Decomposição do PSD (FRs/DPs)		FR: Maximizar sales revenue / DP: Produção para maximizar a satisfação do cliente										
		FR: Entregar com qualidade garantida / DP: Produção com zero defeitos				FR: Entregar produtos no prazo / DP: Redução da variação do Throughput time		FR: Atingir o lead time esperado pelo cliente / DP: Redução do throughput time médio				
		FR: Estabilizar o processo / DP: Eliminação das causas responsáveis pela variação										
Critério de Avaliação (FRs)		Eliminar as causas devidas a máquina	Eliminar as causas devidas ao operador	Eliminar as causas devidas ao método	Eliminar as causas devidas ao material	Responder rapidamente as interrupções da produção	Minimizar interrupções da produção	Reduzir atrasos devido ao tamanho do lote de produção	Reduzir atrasos devido ao processo	Reduzir atrasos devido ao lote	Reduzir atrasos devido ao transporte	Reduzir atrasos operacionais sistemáticos
Nível de Evolução (DPs)	1	Produção das máquinas com baixa qualidade devido a variação de causas desconhecidas (incapaci. de manter a média). Não é feita manutenção para garantir a qualidade.	Operadores aprendem as tarefas observando os outros. Tarefas podem ser executadas de modo diferente toda vez.	Os métodos são instáveis e mal definidos. A mudança nos métodos é feita arbitrariamente e não é visível a todos.	Alta variação nos itens recebidos os quais causam problemas de qualidade. Materiais são danificados durante o transporte e armazenamento.	Interrupções na produção ocorrem frequentemente. Operadores trabalham nestas interrupções e elas ficam desconhecidas.	Recursos imprevisíveis. Interrupções são frequentes e impactam as entregas.	O sistema é projetado para operar baseado na previsão de demanda, não na demanda atual. Produção em grandes lotes de para evitar os longos tempos de setup.	Capac. da máq. e taxa de de produção independ. da demanda (max. produção). Altos e imprevisíveis níveis de estoque em proc. entre proc. para gerenciar o sist. e prevenir faltas.	Grandes lotes de transporte entre as máquinas ou processos para reduzir os custos de transporte.	Layout baseado no processo de manufatura. Máquinas arranjadas pela função em departamentos isolados (job shop). Fluxo materiais complexo.	Processos tem de ser interrompidos frequent. para tarefas de rotina como movimentação de material, manutenção das máquinas, remoção de cavaco etc.
	2	Algumas causas de variação são identificadas. A manutenção é ocasional e não é programada.	Treinamento formal de habilidades limitado. Os operadores aprendem as tarefas através de instruções.	Métodos são conhecidos mas não documentados (Conhecimento difuso no chão-de-fábrica - cultura)	Itens chegam com qualidade questionável e tem de ser inspecionadas antes de usados. Lotes inteiros são mandados de volta se são encontrados itens defeituosos	Inspeção final do processo é usada o implica em achar os problemas tardiamente. Resposta lenta para os problemas.	Interrupções são frequentes mas normalmente não impactam as entregas devido a grandes pulmões de proteção. Frequência e tipo das interrupções são desconhecidas.	Sistema projetado para produzir baseado num plano de previsão de demanda. Lote de produção é baseado numa previsão de demanda mensal ou menor.	Máquinas/processos em departamentos funcionais são arranjados para o fluxo de produção. Altos níveis de estoque requeridos entre os departamentos (taxas de produção distintas)	Fluxo unitário de peças em somente algumas áreas (como ma montagem). Processos anteriores ainda entregam materiais em grandes lotes.	Layout baseado no proc. com depart. agrupados para refletir a seq. de op. da família de produtos. Ocorre proces. paralelo. As rotas não são claras. (focused factory)	Tarefas de rotina são proj. de modo que possam ser executadas pouco frequent. – aliment. de lotes de mat., grandes reservatório para cavacos, manutenção pouco frequente.
	3	A maioria das causas de variação estão identificadas mas ainda não foram eliminadas. Manutenção é usada somente em resposta a problemas de qualidade.	Programa de treinamento formal implantado. Op. aprendem as tarefas com os mais experientes. Os padrões de trabalho existem mas os métodos ainda variam.	Métodos foram definidos e existem padrões mas não sempre seguidos / atualizados.	O fornecedor é responsável por satisfazer as especificações. Pouca inspeção das peças receb. é requerida. Algumas peças ainda são danificadas dentro da fábrica.	Rápida resposta a interrupções da produção (quando elas são achadas) para continuar produzindo. A causa raiz não é eliminada então probl. podem acontecer.	Interrupções de máquinas (MTTF, MTTR) são registrados e usados para determinar o lead time requerido para entregas previsíveis.	Sistema projetado para produzir baseado num plano de previsão de demanda. Lote de produção é baseado numa previsão de demanda semanal ou menor.	Linha de montagem ou transfer produzindo em alta veloc. alimentando vários clientes. Grande quant. de inventário antes e depois das linhas para gerenciar o fluxo de produção	Fluxo unitário de peças em somente algumas áreas Processos anteriores ainda entregam materiais em lotes baseados em estoque padrão.	Fluxo de mat. orient. pelo produto ou cliente. Máq. / estações próximas umas das outras. Nenhuma máq. monumento funcionando em lotes dentro do fluxo (células parciais)	Muitas tarefas de rotina são programadas para serem executadas depois do fim do turno (p.e. manutenção). Produção ainda precisa parar regularmente para outras atividades
	4	A maioria das causas de variação foram eliminadas, algumas causas ainda são impossíveis de serem removidas.	Tarefas manuais são definidas de modo a serem executadas do mesmo modo toda vez. Instruções de trabalho padrão indicam como as tarefas são desempenhadas.	Os métodos são bem definidos e tem boa repetibilidade. São padronizados e seguidos.	O fornecedor é responsável por satisfazer as especificações. Pouca inspeção de peças fornecidas é requerida.	Interrupções da produção são tratadas rapidamente e a causa raiz é eventualmente resolvida. Inspeção em processo.	Interrupções das máquinas e equipamentos, pessoal, peças e disponibilidade de informação são conhecidos. Sistemas estão em desenv. para tomar os recursos mais previsíveis.	O sistema não se baseia da demanda real. O lote de produção é baseado num programa que se repete a intervalos de 1 dia ou mais. As tarefas de setup externo são reduzidas	Clientes agrupados para atingir os efetivos takt times. Máquinas e pessoal são capazes de trabalhar no tempo takt. Alguns proces. ou estações estão em paralelo.	Fluxo unitário de peças dentro das células/sub-sistemas. Transferência de grandes lotes entre sub-sistemas.	Fluxo de material/projeto da célula com máq. / estações próximas umas das outras. Nenhuma máq. monumento que complica o fluxo de material (células bem definidas)	Máquinas/processos projetados de modo que eles não tem que ser interr. para tarefas rotineiras como aliment. de material, remoção de cavaco e prep. de trabalho.
	5	Causas de variação reduzidas de modo que a produção das máquinas é estável e desvios na média raramente ocorrem. A manutenção é prog. e realizada no prazo.	Treinamento formal é estendido além das habilidades para treinamento 'on the job' por instrutores certificados. Padrões são seguidos e atualizados pelos operadores.	Quando os métodos são melhorados ou atualizados, eles são documentados e implementados.	Colaboração com os fornecedores para garantir a qualidade. A movimentação de materiais e o armazen. são projetados para manter a qualidade dos produtos.	Sist. projetado para tornar visíveis as interrupções da prod. Inspeções em proc. feitas pelos op. permitindo que os probl. de qual. sejam identific. rapidamente, análise da causa raiz.	Sistemas projetados de modo que as interrupções de todos os recursos são reduzidos. Inclue atendid. perfeito, TPM, suprimento de materiais padronizar e confiável.	O sistema suporta a demanda atual ou os picos esperados. Produz exat. o que é consumido pelo cliente em base diária ou do turno. Tarefas do setup interno são reduzidas.	Células/sub-sistemas produzindo no tempo takt com inventário padrão de uma peça entre as estações. Máq. e pessoal são capazes de trabalh no tempo takt mínimo.	Todas as células/sub-sistemas utilizam o fluxo unitário de peças. Os lotes de transferência entre os sub-sistemas estão sendo reduzidos com base no intervalo de demanda.	Layout orientado pelo fluxo de material em todo o fluxo de valor. Manuseio mínimo no processo próximo as docas de recebimento e expedição. (células interligadas)	Operadores fazem melhoria continua para eliminar interferências entre pessoas, movimentação de material, manutenção, etc.
	6	Máq. capacitadas a manter a média dentro das tolerâncias. Todas as causas de variações eliminadas ou contr. através de programa de manu. regular em todo o sist.	Em relação ao nível 5, quaisquer erros não são traduzidos em defeitos devido a mecanismos a prova de erros (poka-yokes)	Métodos são continuamente melhorados e implement. por toda a organização. Todos os funcionários são conhecedores dos métodos mais usuais.	Colab. com os fornecedores colaboram para melhorar a qualidade e envolvem-se no desenv. das especificações. Pçs transf. e armazenadas prevenindo danificá-las.	Co-localização de causa e efeito (fluxo de material simplificado) e método sistemico para comunicar e resolver problemas. Utiliz. de métodos de parada da linha (Andon)	Interrupções da produção raramente ocorrem. Variação no Throughput time é muito baixa e previsível.	Produção do mix e quant. desejada durante cada intervalo de demanda utilizando uma Heijunka. Praticamente nenhum setup é requerido entre dif. tipos de peças.	Produção balanceada pelo tempo takt por todo fluxo de valor. Alguma flexib. para produzir em diferentes takt times. Mínimo estoque em proc. entre processos e sub-sistemas / células.	Fluxo unitário de peças em por toda a fábrica.	Transporte reduzido por toda cadeia de suprimento. Produção próxima do cliente e da base de fornecedores. Layout orient. pelo fluxo de material em toda planta.	Processos raramente param por atividades de rotina.
Comentários		Refere-se a confiabilidade na qualidade das máquinas. Causas são aquelas que tiram o processo de controle e podem ser: desgaste / quebra das ferramentas, falhas dos rolamentos, etc. Manutenção neste ramo refere-se aquela que mantem a qualidade ao invés daquela que previne as paradas de máquina.	Refere-se a attaining produtos de qualidade dos operadores. Isto é feito treinando, definindo e seguindo os padrões de trabalho e previnindo que erros humanos comuns se transformem em problemas de defeitos/qualidade.	Métodos são como os processos são feitos e inclui as tarefas de montagem e planos de processo para usinagem etc. Para prevenir a variação, estes métodos tem de ser definidos e seguidos. (padronizados)	Problemas de material podem ser originados no fornecedor ou no manuseio dentro da planta.	Interrupções da produção referem-se a quebras de máquinas, questões de qualidade, informação e disponibilidade de operadores. Este ramo diz respeito a como estes problemas são abordados e eliminados.	Recursos previsíveis são necessários para minimizar as interrupções da produção. Programas de manutenção de preventiva total, perfeito atendimento, suprimento de peças e informações confiáveis são requeridos.	Atraso devido a inventário quando produzindo dif. tipos de peças. Tempo de setup é o tempo para mudar entre tipos de peças em uma estação. Conhecimento sobre os tipos de peças é nec. ou grandes invent. dos dif. tipos de peças são req. Com inform. acurada em tempo, somente as peças requeridas são produzidas.	Atraso de processo ocorre quando a taxa de chegada > taxa de serviço (taxas desbalanceadas). Grandes e imprev. níveis de estoque são indicativo de atraso de processo. Isto é reduzido através do balanc. para um const. e previsível tempo takt. Flexib. para produzir a diferentes tempos takt mantém o sist. balanceado quando a demanda muda.	Atraso de lote refere-se a peças esperando pelas outras do lote para que elas sejam transportadas juntas. Isto é evitado com o transporte unitário de peças. Reduzir a distância de transporte é importante para atingir isso.	Para reduzir o atraso de transporte, a quantidade de transporte deve ser minimizada. No projeto do sistema, esta é uma consideração a ser feita no layout da fábrica. Isto também é aplicado do ponto de vista geográfico assim como dentro da planta.	Atrasos operacionais são interrupções projetadas do sistema (processos parando para manutenção, reposição de material e outros processos). Isto pode ser eliminado através do projeto de máquinas e estações (Remoção de cavaco, acesso ao controle da estação pela frente), projeto da rotina de trabalho do operador.
Medidas	# de não – conformidades causadas pelas máquinas	# de não – conformidades causadas pelos operadores	# de não – conformidades causadas pelo método utilizado	# de não – conformidades causadas pelas peças recebidas	Tempo médio requerido para eliminar a causa raiz	# e impacto das interrupções no tempo de produção	Tamanho médio do lote de produção	Tempo de ciclo / tempo takt igual a 1 para cada estação / sistema	Tamanho do lote de transferência	Distância que as peças tem de viajar dentro do sistema	% do tempo perdido em tarefas de rotina	
	Capabilidade do processo				% de peças entregues no prazo / ordens e variação no throughput time		Lead time do cliente e throughput time médio					
	Número de defeitos											
					Receitas sobre as Vendas							
							Retorno sobre o investimento					

FR: Minimizar o custo da MOD / DP: Eliminação das fontes dos custos não agregadores de valor				Minimizar investimento na produção
FR: Reduzir desperdício de MOD / DP: Eliminação de tarefas manuais não agregadoras de valor		FR: Reduzir desperdício de MOI / DP: Redução das tarefas da MOI		
Eliminar desperdício de operadores esperando nas máquinas	Eliminar desperdício de movimentos desnec. dos operadores	Eliminar tarefas gerenciais	Eliminar interrupções no fluxo de informações	
Projeto de manufatura "um homem, uma máquina". Operador observa a máquina trabalhando.	É requerido andar excessivo para procurar ferramentas e materiais.	Organização vertical com muitos níveis gerenciais. Mudanças são lentas para ser implementadas já que elas requerem revisão e autorização de muitas pessoas.	Nenhum sistema de informações sistemático implantado. Difícil de entender o status atual da produção.	
Projeto de manufatura "um homem, uma máquina". Operador espera na máq. enquanto esta opera, ou faz trabalho de "preenchimento" do tempo quando disponível.	É requerido andar excessivo para procurar ferramentas e materiais que não estão localizadas no ponto de uso. Poucas atividades de melhoria.	Gerenciamento e grupos de suporte organizados por função. Longo tempo é requerido para implementar mudanças, melhorias na fábrica, etc.	Sistema de informação implantado (MRP) mas nem todos os funcionários entendem ou confiam nele. Sistema constantemente errado ou com datas vencidas.	
Operador opera mais de uma máquina do mesmo tipo do processo de manufatura. Máquinas não tem capacidade de parar sozinhas.	Operadores isolados nas estações para evitar andar. Operadores tem de preparar os materiais antes de agregar valor. Ergon. ruim causa constante reposição de operador.	Grupos de apoio organizados pelo produto (IPT) e são co-located. Membros do time ainda são avaliados pela disciplina.	Sistema de informação implantado (MRP) para planejar e programar a produção. Sistema requer um time de facilitadores e reprogramação para controlar a produção.	
Operador opera mais de uma máquina do mesmo tipo com capacidade de parar sozinhas. Nenhuma rotina de trabalho definida para o operador-processo.	Programa 5S implementado de modo que as peças, ferramentas e equipamento estão onde elas são requeridas. Algumas melhorias na ergonomia foram realizados.	Membros dos grupos de apoio são dedicados a produtos. Times formados no chão-de-fábrica que entem suas medidas básicas de desempenho.	Mostradores visuais estão instalados. Nem todos os empregados entendem como o mostrador representa o status da fábrica.	
Operadores multi-funcionais operam várias máquinas/ processos. O gráfico da rotina de trabalho do operador-processo está definida e utilizada.	Op. realizam melhoria contínua para diminuir o disper. de mov. e melhorar a ergonomia. Máq. são peq. e estão próximas umas das outras para reduzir as dist. percorridas (na célula).	Times de trabalho monitoram seu próprio desempenho e aceitam a responsabilidades por manter e melhorá-la continuamente.	Um sistema padrão de gerenciamento visual está implantado. Todos os empregados estão treinados no uso do sistema.	
A rotina de trabalho do operador-processo está definida e em uso. O núm. de op. pode variar para atingir uma faixa de takt times. Máq. funcionam autonomamente.	Nível 5 aplicado por toda a empresa além do entendimento do 5S por todos os funcionários e aplicado além do chão-de-fábrica.	Times de trabalho auto-dirigidos são responsáveis pelo seu desempenho. Aplicado em todo chão-de-fábrica e grupos de apoio.	A maior parte da informação sobre o sistema podem ser achada visualmente e entendida por todos os empregados. Anormalidades recebem pronta resp. do pessoal certo.	
Aplica-se a fabricação ou montagem quando as peças requerem múltiplos processos utilizando máquinas distintas. Máquinas autônomas param automaticamente quando o ciclo termina ou um problema é detectado.	Para eliminar o desperdício de movimentação, distâncias andadas são decaesced, aplicado 5S para que ferramentas, materiais estão prontamente disponíveis e a ergonomia é melhorada.	Este ramo diz respeito ao desenvolvimento de times de trabalho, reduzindo a quantidade de gerenciamento requerido. Nos grupos de apoio, times diz respeito a integração ds engenharia, controle de produção, gerenciamencto, qualidade, e programação. Sua habilidade em realizar mudanças para a suportar a produção é importante.	Para reduzir a quantidade de tarefas requeridas pelo processo de informação, o gerenciamencto visual é usado para asimplicar o sistema. Isto só funciona quando todos entendem como ele funciona e assim todos podem mantê-lo acurado e reponder as anormalidades quando elas ocorrerem.	
% do tempo esperando na máquina	% do tempo requerido para movimento	% de funcionários em times de trabalho auto-dirigidos	% do sistema gerido visualmente	% do investimento que agrega valor
% do tempo do operador gasto em tarefas agregadoras de valor		% de MOI		% de máquinas operando em ciclos iguais ou menores que o takt time
Custo de Produção				

A-3: Pares FRs/DPs

	Requisitos Funcionais (FRs)	Parâmetros de Projeto (DPs)
FR-1/DP-1	Maximizar o retorno de investimento a longo prazo	Projeto do Sistema de Manufatura
FR-11/DP-11	Maximizar retorno sobre as vendas	Produção para maximizar a satisfação do cliente
FR-111/DP-111	Produzir produtos na especificação alvo do projeto	Produção com mínima variação da meta
FR-112/DP-112	Entregar produtos no prazo	Redução da variação do tempo de passagem
FR-113/DP-113	Atingir lead time esperado pelo cliente	Redução do lead time
FR-12/DP-12	Minimizar custo de produção	Eliminar fontes de custos que não agregam valor
FR-121/DP-121	Reduzir desperdício de MOD	Eliminação das atividades manuais que não agregam valor
FR-122/DP-122	Reduzir desperdício de MOI	Redução das atividades da MOI
FR-123/DP-123	Minimizar custos das instalações	Redução do espaço físico utilizado
FR-13/DP-13	Minimizar investimento no ciclo de vida de produção	Investimento baseado em estratégia de longo prazo
FR-Q1/DP-Q1	Estabilizar o processo	Eliminação das causas das variações
FR-Q11/DP-Q11	Eliminar causas devidas à máquina	FMEA
FR-Q12/DP-Q12	Eliminar causas devidas ao operador	Saída estável desde os operadores
FR-Q121/DP-Q121	Garantir que o operador tem conhecimento sobre as tarefas requeridas	Programa de treinamento
FR-Q122/DP-Q122	Garantir que o operador consistentemente realiza as tarefas corretamente	Método padrão de trabalho
FR-Q123/DP-Q123	Garantir que os erros humanos do operador não se traduzam em defeitos	Poka Yoke
FR-Q13/DP-Q13	Eliminar causas devidas ao método	Projeto do planejamento do processo
FR-Q14/DP-Q14	Eliminar causas devidas ao material	Programa de quantidade abastecida
FR-Q2/DP-Q2	Centralizar a média do processo no objetivo	Ajuste dos parâmetros de processo
FR-Q3/DP-Q3	Reduzir a variação na saída do processo	Redução dos ruídos do processo
FR-Q31/DP-Q31	Reduzir o ruído nas entradas do processo	Conversão das causas usuais em causa conhecidas

FR-Q32/DPQ32	Reduzir o impacto do ruído de entrada na saída do processo	Projeto robusto do processo
FR-R1/DP-R1	Responder rapidamente as interrupções na produção	Procedimentos para responder a interrupção de produção
FR-R11/DP-R11	Reconhecer rapidamente interrupções na produção	Reconhecer rapidamente as interrupções na produção
FR-R111/DP-R111	Identificar interrupções onde elas ocorrem	Maior frequência com que o operador avalia o estado do equipamento
FR-R112/DP-R112	Identificar interrupções quando elas ocorrem	Simplificação do fluxo dos componentes
FR-R113/DP-R113	Identificar qual é a interrupção	Feedback
FR-R12/DP-R12	Comunicar o problema para as pessoas certas	Processo de feedback do estado do operador
FR-R121/DP-R121	Identificar corretamente o suporte necessário	Especificar recurso de suporte para cada falha
FR-R122/DP-R122	Minimizar o atraso em contactar o suporte correto	Procedimento para rápido contato do suporte
FR-R123/DP-R123	Minimizar o tempo para o suporte entender a interrupção	Sistema que apresente qual é a interrupção
FR-R13/DP-R13	Resolver os problemas imediatamente	Método padrão para identificar e eliminar causas raízes
FR-P1/DP-P1	Minimizar interrupções da produção	Recursos produtivos previsíveis
FR-P11/DP-P11	Garantir disponibilidade das informações de produção relevantes	Sistema de informação capaz e confiável
FR-P12/DP-P12	Garantir que equipamentos tenham produção previsível	Manutenção da confiabilidade do equipamento
FR-P121/DP-P121	Garantir que o equipamento seja facilmente atendido	Máquinas projetadas para fácil manutenção
FR-P122/DP-P122	Atender regularmente os equipamentos	Programa regular de manutenção preventiva
FR-P13/DP-P13	Garantir previsibilidade do resultado do trabalho do operador	Operadores motivados para desempenhar o trabalho padrão
FR-P131/DP-P131	Reduzir variabilidade no tempo de conclusão das tarefas	Métodos padronização de trabalho para garantir a repetibilidade do tempo de processamento
FR-P132/DP-P132	Garantir disponibilidade dos operadores	Programa de estímulo à eliminação de faltas
FR-P133/DP-P133	Não interromper produção por falta de operadores	Sistema de ajuda mútua com operadores multifuncionais
FR-P14/DP-P14	Garantir disponibilidade de material	Sistema padrão de reposição de material

FR-P141/DP-P141	Garantir que as peças estão disponíveis para os movimentadores de material	Trabalho padrão no processo entre sistemas
FR-P142/DP-P142	Garantir que peças cheguem no tempo correto	Movimentação de peças para operações seguintes de acordo com o pitch
FR-T1/DP-T1	Reduzir atraso do lote de transferência	Redução do tamanho do lote de transferência (SPF)
FR-T2/DP-T2	Reduzir atraso de processo	Projeto da produção p/ tempo takt
FR-T21/DP-T21	Definir tempo takt	Definição ou junção de clientes para se atingir o tempo takt
FR-T22/DP-T22	Garantir que a taxa de produção está balanceada com o tempo takt	Sub-sistema que possibilite atingir o tempo takt desejado (projeto/operação)
FR-T221/DP-T221	Garantir que o tempo de ciclo automático $\leq$ Tempo takt mínimo	Projeto do conteúdo apropriado de trabalho automático em cada operação
FR-T222/DP-T222	Garantir que o tempo de ciclo manual $\leq$ Tempo takt	Projeto do conteúdo apropriado de trabalho do operador/loops
FR-T223/DP-T223	Garantir nivelamento do tempo de ciclo médio	Escalonamento da produção de peças com tempos de ciclo diferentes
FR-T23/DP-T23	Garantir que a taxa de chegada de peças está balanceada com a taxa de serviço	Chegada de peças nas operações posteriores de acordo com o pitch
FR-T3/DP-T3	Reduzir atraso do lote de produção	Produção da quantidade e do mix desejados em cada intervalo de demanda
FR-T31/DP-T31	Disponibilizar conhecimento sobre o mix de demanda do produto (tipos e quantidades)	Fluxo de informação do cliente interno/externo
FR-T32/DP-T32	Produzir em lotes de produção suficientemente pequenos	Projeto do setup rápido do sistema de abastecimento e equipamento
FR-T4/DP-T4	Reduzir atraso de transporte	Layout orientado pelo fluxo de material
FR-T5/DP-T5	Reduzir atrasos operacionais sistemáticos	Sub-sistemas projetados p/ evitar interrupções da produção
FR-T51/DP-T51	Garantir que as atividades de suporte não interfiram nas atividades de produção	Sub-sistemas e equipamentos configuráveis para separar o acesso requerido pela produção e do suporte
FR-T52/DP-T52	Garantir que as atividades de produção não interfiram umas nas outras	Garantia de coordenação e separação entre os padrões de trabalho de produção
FR-T53/DP-T53	Garantir que as atividades de suporte (pessoas/automação) não interfiram uma na outra	Garantia de coordenação e separação entre os padrões de trabalho de suporte

FR-D1/DP-D1	Eliminar a espera dos operadores nas máquinas	Separação do homem da máquina
FR-D11/DP-D11	Reduzir o tempo que os operadores gastam com atividades que não agregam valor em cada estação	Máquinas e estações projetadas para produzir autonomamente
FR-D12/DP-D12	Habilitar o operador a operar mais de uma máquina/estação	Operadores treinados para operar múltiplas estações
FR-D2/DP-D2	Eliminar desperdício de movimentação dos operadores	Projeto de estações de trabalho/loops de trabalho para facilitar as tarefas dos operadores
FR-D21/DP-D21	Minimizar desperdício de movimentação dos operadores entre as estações	Máquinas/estações configuradas para reduzir a distância de caminhada
FR-D22/DP-D22	Minimizar desperdício de movimentação dos operadores na preparação do trabalho	Ferramentas/equipamentos localizados em cada estação (5S)
FR-D23/DP-D23	Minimizar desperdício de movimentação dos operadores nas tarefas de trabalho	Interface ergonômica entre operadores, máquinas e dispositivos
FR-D3/DP-D3	Eliminar a espera de operadores por outros operadores	Loops de trabalho balanceados
FR-I1/DP-I1	Melhorar a efetividade dos gerentes de produção	GSA (organização horizontal)
FR-I2/DP-I2	Eliminar as interrupções no fluxo de informação	Gestão visual

A-4: Questionário enviado para Pesquisa de Campo

Objetivo da pesquisa:

Verificar o uso dos Sistemas de Medição de Desempenho dentro das empresas e investigar como estes sistemas moldam estas empresas.

Base teórica:

O Projeto Axiomático é uma metodologia de projeto que tem como seu princípio a tradução dos desejos do cliente – externo ou interno – em requisitos funcionais, e estes em parâmetros de projeto. Este princípio permite que as necessidades do cliente sejam usadas para guiar a tarefa do projeto do sistema. Os requisitos funcionais são as funções esperadas do sistema. Por sua vez, os requisitos funcionais são traduzidos em parâmetros de projeto, que são as soluções necessárias para se satisfazer os requisitos funcionais. Através do Projeto Axiomático são estabelecidos os requisitos funcionais e também as medidas de desempenho para o sistema.

Hipótese investigada:

Existe um forte elo de ligação entre a medição do desempenho e o projeto do sistema de produção. Se alinharmos as medidas de desempenho com os objetivos da empresa, o resultado será o desejado Sistema de Produção “Enxuto”.

Questionário:

1. Quantos funcionários têm sua empresa? Em que setor ela opera?
2. A sua empresa tem um sistema de planejamento estratégico?
3. A sua empresa tem um sistema de controle da estratégia?
4. Como a sua empresa aloca o *overhead*? E como calcula o custo do produto?
5. Sua empresa compromete o fluxo de produção maximizando o investimento?
6. A sua empresa tem um projeto formal do sistema de produção?
7. A sua empresa utiliza algum Sistema de Medição do Desempenho? Este sistema foi desenvolvido internamente, ou foi utilizado algum modelo já existente? Qual?
8. Quais objetivos sua empresa busca quando mede o desempenho?
9. Como sua empresa mede a melhoria contínua?
10. Sua empresa utiliza medidas de desempenho para remunerar seus funcionários? Em quais níveis? O que é considerado?
11. Como sua empresa apóia o trabalho em times?
12. Como sua empresa estabelece metas de desempenho para si própria e para seus funcionários?
13. Se sua empresa utiliza algum Sistema de Medição do Desempenho, como você avalia os resultados?

Referências Bibliográficas

- BALCOM, J., ITTNER, C., LARCKER, D. Strategic Performance Measurement: Lessons Learned and Future Directions. **Journal of Strategic Performance Measurement**, 1, 2, 22-32, 1997.
- BERGGREN, C. Volvo Udevalla – a dream plant for dealers? An evolution of the economic performance of Volvo's unique assembly plant, 1989-1992. **Kungl Tekniska Hogskolan**, Stockholm, 18 p, Feb. 1993.
- CARVALHO, Ruy de Quadros. **Notas de aula**. 1998.
- CHRISTENSEN, C. M. Making Strategy: Learning by Doing. **Harvard Business Review**, Novembro/Dezembro, 1997.
- COCHRAN, D. S. **The Design And Control Of Manufacturing Systems**. Auburn: Auburn University, 1994. Tese (Doutorado) – August, 1994.
- COCHRAN, D.S., KIM, J., KIM, Y. Design of Relevant Performance Measures for Manufacturing Systems. **The Third World Congress on Intelligent Manufacturing Processes & Systems**, Cambridge, MA – June 28-30, 2000.
- COCHRAN, D., DUDA, J., ARINEZ, J., LINCK, J., **The Production System Design Decomposition**, MIT Production System Design Laboratory working document, 2000.
- COCHRAN, D.S., KIM, J., KIM, Y. Performance Measurement and Manufacturing System Design. **Proceedings of the 33rd CIRP International Seminar on Manufacturing Systems**, Stockholm, Sweden, 2000, 390-395.

- COCHRAN, D.S., LIMA, P.C., **The Production System Design Decomposition**, MIT Production System Design Laboratory working document, 1998.
- CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo Averso: O modelo Japonês de Trabalho e Organização**. Rio de Janeiro: Revan, 1994.
- COX, T. Jr; Toward the measurement of manufacturing flexibility. **Production and Management Review**, Winter 1989, pp. 37-47
- DANIEL, S.J.; REITSPERGER, W.D. Linking quality strategy with management control systems: empirical evidence from japanese industry, **Accounting Organizations and Society**, Vol. 16, No.7, 1991, pp. 601-618.
- DE TONI, A., NASSIMBENI, G.; TONCHIA, S. Integrated Production Performance Measurement System. **Industrial Management and Data Systems**, 5-6, 180-186, 1997.
- DUDA, J. **A Decomposition-based Approach to Linking Strategy, Performance Measurement, and Manufacturing System Design**. Massachusetts Institute of Technology, ph.d. thesis, 2001.
- EHRKE, M. Relações de Trabalho no Japão. **Economia, Política e Sociedade**, n.5, São Paulo, 13p., 1994.
- FLAPPER, S.D.P., FORTUIN, L.; STOOP, P.P.M. Towards consistent performance management systems. **International Journal of Operations & Production Management**. Cambridge, Vol.16, No.7, 1996, pp. 27-37.
- FRY, T. D. Japanese Manufacturing Performance Criteria. **International Journal of Production Research**, Vol. 3, No. 4, 933-954, 1995.
- GENDRON, M. **Using the Balanced Scorecard**. Harvard Business School Publishing, Jan, 1997
- GLOBERSON, S. Issues in development a performance criteria system for na organization. **International Journal of Production Research**, Vol. 23 No. 4, 1985, pp. 639-646.
- GOOLD, M., QUINN, J.J.; Strategic control: a survey of current practice. Working Paper, **Ashridge Strategic Management Centre**, London, 1988.

- HAYES, R. H.; WHEELRIGHT, S. C., CLARK, K. B. **Dynamic Manufacturing**. Free Press, New York, 1988
- JEANS, M.; MORROW, M. The Practicatlities of using activity-based costing. **Management Accounting**, Novembro, 1989, pp. 42-44.
- JOHNSON, T. H. **Relevância Recuperada**. São Paulo, Editora Pioneira, 1994, 217p.
- JOHNSON, T. H.; KAPLAN, R. **Relevance Lost – The Rise and Fall of Management Acconuting**. Harvard Business School Press, Boston, MA, 1987.
- JÜRGENS, U. **Group Work and the Reception of Uddevalla in German Car Industry**, 1994.
- JÜRGENS, U. Lean Production and co-determination: the German Experience. **Conference on Lean Production and Labor**, Detroit, May 1993.
- KAPLAN, R; NORTON, D. The Balanced Scorecard – Measures That Drive Performance, **Harvard Business Review**, January, pp 71-79, 1992.
- KAPLAN, R. Mobil USM&R (A): **Linking the Balanced Scorecard**. Harvard Business School, May-June, 1997.
- KAPLAN, R.; NORTON, D. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System, **Harvard Business Review**, Janeiro/Fevereiro 1996, p. 75-85.
- KEEGAN, D.P.; EILER, R.G. e JONES, C.R. Are your performance measures obsolete?. **Management Accounting**, Junho, 1989, pp. 45-50
- KRAFCIK, J. F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review**, vol. 30, n. 1, p. 41-52, 1988.
- LIMA, P., LOBO, C., FUMAGALI, A. Comparison Of The Implementation Of Lean Assembly Cells In Different Production Environments, **CARS & FOF**, 2000.
- LIMA, P., LOBO, C., FAVARO, C., MARCONDES, A. Designing Performance Measurement Systems Using Different Tools to Support the Deployment of Balanced Scorecard.

International Conference on Performance Measures, Benchmarking and Best Practices in New Economy. Guimarães, Portugal, June 10-13, 2003.

LOBO, C., COCHRAN, D.; DUDA, J. Using Axiomatic Design to Support the Development of a Balanced Scorecard. **Proceedings of Performance Measurement – Past, Present and Future**, editor: Andy Neely, Cambridge, UK, 347-354, 2000.

LOBO, C., COCHRAN, D., DUDA, J., LIMA, P. Using axiomatic design to support the development of a balanced scorecard. **International Journal of Business Performance Management**, 2002.

LYNCH, R.L.; CROSS, K.F. **Measures Up – The Essential Guide to Measuring Business Performance.** Mandarin, London, 1991

MARX, R. Organização do trabalho na indústria automobilística sueca: produção em docas e grupos semi-autônomos. **Workshop internacional Para onde caminham as organizações?** São Paulo, ago, 1994.

MASKELL, B. H. **Performance Measurement for World Class Manufacturing.** Productivity Press, 1991, 407 p.

MULLIGAN, P., HATTEN, K., MILLER, J. From Issue-based Planning to Hoshin: Different Styles for Different Situations. **Long Range Planning**, vol. 29, n. 4, 1996, 473-484.

NEELY, A. The performance measurement revolution: why now and what next? **International Journal of Operations & Production Management**, 19, 2, 205-228, 1999.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement systems design: A literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**. Cambridge, v.15, n.4, p.80-116; 1995.

NEELY, A.D., MILLS, J., GREGORY, M., RICHARDS, H., PLATTS, K. and BOURNE, M. **Getting the Measure of your Business**, Findlay Publications, Horton Kirby, 1996.

OSTRENGA, M., OZAN, T. R., MCILHATTAN, R. D., HARWOOD, M. D. **Guia da Ernest & Young para Gestão Total dos Custos.** Record, Rio de Janeiro, 1993, 349 p.

- PINTO, J. C., PIRES, R. I. S. Indicadores de desempenho competitivo na gestão estratégica da manufatura. **Enegep**, outubro de 1997
- PORTER, M.E. What is Strategy?, **Harvard Business Review**, Nov/Dec, 1996, 61-78.
- PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva**. Campus, Rio de Janeiro, 1980.
- PORTER, Michael E. **Vantagem Competitiva**. Campus, Rio de Janeiro, 1985.
- PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. **Competindo pelo Futuro**. Campus, 1990.
- SAKURAI, M. Target costing and how to use it. **Journal of Cost Management**. Summer, 1989, pp. 39-50.
- SAP, **Sistema de Medição de Desempenho – Cockpit System**, CD demo, 2000.
- SCHMENNER, R.W. International factory productivity gains. **Journal of Operations Management**, Vol. 10, No.2, abril, 1991, pp. 229-254.
- SCHNEIDERMAN, A.M. Why Balanced Scorecards Fail, **Journal of Strategic Performance Measurement**, Special Edition, 1999, pp 6-11.
- SIMMONDS, K. The fundamentals of strategic management accounting. Occasional Paper Series, London, **The Institute of Cost and Management Accountants**, p.1, 1981.
- SKINNER, W. Manufacturing – Missing Link In Corporate Strategy. **Harvard Business Review**, May-June, 1969, 136-145.
- SKINNER; W. The Productivity Paradox. **Harvard Business Review**, Jul-Ago, 1986.
- STAINER, A. Productivity and strategic management accounting. **International Journal of Technology Management**, V. 13, n. 1, p.57-67, 1997.
- STEC, D. **Performance Measures for Lean Manufacturing**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1998. Dissertação (Mestrado) – May, 1998.
- SUH, N. **Axiomatic Design – Advances and Applications**. New York: to be published Oxford University Press, 1999.

- SUH, N. P., COCHRAN, D. S., LIMA, P. C. Manufacturing System Design, (keynote paper presented at the CIRP General Assembly, in Greece, August, 1998), **CIRP Annals**, 47, 2.
- SUH, N. **The principles of design**. New York: Oxford University Press, 1990.
- TARR, J.D. Beyond Balanced Scorecard: Using Performance Measurement Strategically, **International Conference Proceedings**, APICS, F-9, 1997, pp 329-333.
- UTZIG, L.J. CMS performance measurement. Em BERLINER, C. E BRIMSSON. J.A. **Cost Management for Today's Advanced Manufacturing: The CAM-I Conceptual Design**. Harvard Business School Press, Boston, MA, 1988, pp. 158-74.
- WHEELWRIGHT S.C. Reflecting corporate strategy in manufacturing decisions. **Business Horizons**. fevereiro, 1978, pp.57-66.
- WHITE, G.P. A Survey and Taxonomy of Strategy-Related Performance Measures for Manufacturing. **International Journal of Operations & Production Management**. Cambridge, V. 16, n. 3, p.42-61, 1996.
- WISNER, J.D.; FAWCETT, S.E. Linking firm strategy to operating decisions through performance measurement. **Production and Inventory Management Journal**, Vol. 32, No 3, 1991, pp. 5-11.
- WITCHER, B., BUTTERWORTH, R. Hoshin Kanri: How Xerox Manages. **Long Range Planning**, vol. 32, n. 3, 1999, 323-332.
- WOMACK, J. P. et al. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992, 347p.
- WOMACK, J.P., JONES, D. T. E ROOS, D. **The Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.
- YOSHIKAWA, T.; INNES, J.; MITCHELL, F. Japanese management accounting – a comparative survey. **Management Accounting**, novembro, 1989, pp.20-23.
- ZILBOVICIUS, Mauro. **Modelos para Produção, Produção de Modelos: Contribuição à Análise de Gênese, Lógica e Difusão do Modelo Japonês**. São Paulo: Escola Politécnica, USP, 1997. Tese (Doutorado) – Departamento de Produção, USP, 1997.

Bibliografia Consultada

CERTO, S. C., PETER, J. P. **Administração Estratégica: Planejamento e implantação da estratégia**. São Paulo: Ed. Makron Books, 1993, 469p.

CHEW, W. B. No-Nonsense Guide to Measuring. **Harvard Business Review**, Janeiro/Fevereiro Novembro/Dezembro, 1988.

ECCLES, R. G. Performance Measurement Manifesto. **Harvard Business Review**, January-February, 1991.

FERDOWS, K.; DE MEYER, A. Lasting improvements in manufacturing performance: in search of a new theory. **Journal of Operation Management**. v.9, n.2, Apr 1990.

GIFFI et al. **Competing in World-Class Manufacturing: American's 21st. Century Challenge**. Natural Center for Manufacturing Sciences, 1990, 410 p.

LOBO, C., A Methodology for Manufacturing Performance Increment Through Simulation Experiments. **31st CIRP International Seminar on Manufacturing Systems**, Berkeley, Ca, USA, May 26-28, 1998.

LOBO, C., COCHRAN, D., LIMA, P. Strategy Based On Axiomatic Design. **The Third World Congress on Intelligent Manufacturing Processes & Systems**. Cambridge, MA – June 28-30, 2000.

MASKELL, B. H. Performance Measurement of World Class Manufacturing. **Management Accounting**, maio 1989, pp.32-33.

WOMACK, J. P. , JONES, DANIEL T. From the Lean Production to the Lean Enterprise **Harvard Business Review**, March/April, 1994