

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DA MANUFATURA ENXUTA
UTILIZANDO FERRAMENTAS DE *BUSINESS INTELLIGENCE*: UMA
APLICAÇÃO NA MANUFATURA DE CALÇADOS

JOSÉ ROBERTO ESCODEIRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SÃO CARLOS
2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

E747di

Escodeiro, José Roberto.

Desenvolvimento de indicadores da manufatura enxuta utilizando ferramentas de *business intelligence* : uma aplicação na manufatura de calçados / José Roberto Escodeiro. -- São Carlos : UFSCar, 2009.
144 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Engenharia de produção. 2. Produção enxuta. 3. Data warehouse. 4. Indústria do calçado. I. Título.

CDD: 658.5 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): José Roberto Escodeiro

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 27/02/2009 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Néocles Alves Pereira
Orientador(a) PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Moacir Godinho Filho
PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva
ICEA/UFOP

Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Coordenador do PPGE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DA MANUFATURA ENXUTA COM
FERRAMENTAS DE *BUSINESS INTELLIGENCE*: UMA APLICAÇÃO NA
MANUFATURA DE CALÇADOS**

JOSÉ ROBERTO ESCODEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Néocles Alves Pereira

SÃO CARLOS

2009

“A ciência é uma função da vida. Justifica-se apenas enquanto órgão adequado à nossa sobrevivência. Uma ciência que se divorciou da vida perdeu a sua legitimação.”

Rubem Alves

Agradecimentos

Agradeço a Deus em primeiro lugar, minha fonte de motivação para continuar nas horas difíceis, porque a maior recompensa é encontrá-lo.

Ao amigo e Professor Dr. Néocles Alves Pereira. Sua orientação e incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, Pedro e Conceição, meus exemplos de perseverança. À minha esposa Raissa e minha filha Tenara pela paciência e aceitação da minha ausência nos finais de semana.

Aos professores Dr. Moacir Godinho Filho e Dr. Sérgio Evangelista Silva, cujas contribuições com críticas acertadas foram de suma importância.

Aos diretores e funcionários da empresa de calçados estudada, em especial ao Saulo e ao Luciano pela troca de opiniões contundentes durante o processo da pesquisa, ao último, também, pela fundamental ajuda no fornecimento e validação dos dados.

Aos amigos e companheiros de viagem de Birigui a São Carlos quando ainda concluía os créditos, especialmente ao Fabio Molina, Gustavo Beltran, além do Sérgio Barcellos e Reinaldo Leite de São Carlos, que sempre me recebiam em suas casas.

A todos os amigos, familiares e colegas, que de alguma forma me ajudaram com a conclusão deste trabalho.

Deus lhes abençoe!

SUMÁRIO

ABSTRACT	XII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XV
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE GRÁFICOS	XIV
LISTA DE QUADROS	XIV
LISTA DE SIGLAS EM PORTUGUÊS	XVI
LISTA DE TABELAS.....	XIV
LISTA DE TERMOS ESTRANGEIROS	XVII
RESUMO	XI
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.1.1 O COMPONENTE DA MANUFATURA ENXUTA (ME).....	2
1.1.2 O COMPONENTE DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI).....	2
1.1.3 O COMPONENTE DA MODELAGEM DE PROCESSO DE NEGÓCIO (MPN).....	4
1.1.4 O SEGMENTO DE CALÇADOS	5
1.2 JUSTIFICATIVA.....	6
1.2.1 INTRODUÇÃO.....	6
1.2.2 TRABALHOS SELECIONADOS COM FOCO EM MANUFATURA DE CALÇADOS	7
1.2.3 APLICAÇÕES EM MODELAGEM DE PROCESSO DE NEGÓCIO	7
1.2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUFATURA ENXUTA (ME).....	8
1.2.5 FERRAMENTAS DE <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i> (BI).....	9
1.2.6 JUSTIFICATIVA: POR QUE MANUFATURA ENXUTA (ME) E <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i> (BI)?	9
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 OBJETIVO GERAL	10
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA	11
1.4.1 INTRODUÇÃO.....	11
1.4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS PESQUISAS	12
1.4.3 RESUMO DA PESQUISA	15
1.5 DELIMITAÇÕES	15
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15

2	BASE CONCEITUAL	17
2.1	INTRODUÇÃO	17
2.2	MANUFATURA ENXUTA: CARACTERÍSTICAS E ESTRUTURA.....	17
2.2.1	INTRODUÇÃO.....	17
2.2.2	CARACTERIZAÇÃO DA MANUFATURA EM MASSA	18
2.2.3	MANUFATURA ENXUTA E A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS	21
2.2.4	MANUFATURA ENXUTA E A SUA ESTRUTURA.....	24
2.2.5	COMPARAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA E MANUFATURA EM MASSA ATUAL COM BASE NOS QUATRO ELEMENTOS CHAVE.....	28
2.2.6	<i>LEAN OFFICE</i>	29
2.3	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E BUSINESS INTELLIGENCE.....	30
2.3.1	INTRODUÇÃO.....	30
2.3.2	HISTÓRICO DE <i>DATA WAREHOUSE</i>	34
2.3.3	COMPONENTES DE UM <i>DATA WAREHOUSE</i>	35
2.3.4	ARQUITETURA DE <i>DATA WAREHOUSE</i>	43
2.3.5	FERRAMENTAS DE EXPLORAÇÃO DE DADOS.....	47
2.3.6	FORNECEDORES E FERRAMENTAS DE <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>	53
2.3.7	CONCLUSÃO	54
2.4	MODELAGEM DE PROCESSO DE NEGÓCIO.....	57
2.4.1	CONCEITOS BÁSICOS	57
2.4.2	METODOLOGIA E <i>FRAMEWORKS</i>	58
2.4.3	<i>ARCHITECTURE FOR INTEGRATED INFORMATION SYSTEMS (ARIS)</i>	59
2.4.4	OS PRINCIPAIS MÉTODOS / <i>FRAMEWORK</i> DE ARIS.....	62
2.4.5	MODELAGEM DE PROCESSO DE NEGÓCIO (MPN) E <i>DATA WAREHOUSE (DW)</i>	66
3	A INDÚSTRIA DE CALÇADOS E OS INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUFATURA ENXUTA	68
3.1	INTRODUÇÃO	68
3.2	CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA BRASILEIRA	68
3.2.1	INTRODUÇÃO.....	68
3.2.2	O VOLUME DA PRODUÇÃO DE CALÇADOS NO BRASIL E NO MUNDO.....	70
3.2.3	O PROCESSO PRODUTIVO DA FABRICAÇÃO DO CALÇADO	72
3.2.4	MODELO DA PRODUÇÃO DE CALÇADOS	73
3.3	INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUFATURA ENXUTA	75
3.3.1	INTRODUÇÃO.....	75
3.3.2	OS INDICADORES DA MANUFATURA ENXUTA	75
4	CONSTRUÇÃO DA APLICAÇÃO.....	82
4.1	INTRODUÇÃO	82
4.2	PLANEJAMENTO DO PROJETO	83
4.2.1	INTRODUÇÃO.....	83
4.2.2	MOTIVAÇÃO DO PROJETO	85
4.3	DEFINIÇÃO DE REQUISITOS DE NEGÓCIO.....	86
4.3.1	INTRODUÇÃO.....	86
4.3.2	LISTA DE REQUISITOS DE NEGÓCIO.....	86
4.4	TRILHA DA TECNOLOGIA.....	93
4.4.1	PROJETO TÉCNICO DE ARQUITETURA.....	93

4.4.2	SELEÇÃO E INSTALAÇÃO DE PRODUTO.....	93
4.5	TRILHA DOS DADOS: MODELO DIMENSIONAL, PROJETO FÍSICO E DATA STAGING AREA....	94
4.5.1	MODELAGEM DIMENSIONAL.....	94
4.5.2	PROJETO FÍSICO.....	97
4.5.3	<i>DATA STAGING AREA</i> (DSA)	99
4.6	ESPECIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO ANALÍTICA.....	103
4.7	DISTRIBUIÇÃO.....	105
4.8	MANUTENÇÃO E CRESCIMENTO.....	106
4.9	CONCLUSÃO.....	106
5	IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO EM UMA SITUAÇÃO REAL.....	108
5.1	INTRODUÇÃO	108
5.2	IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO.....	108
5.3	LEVANTAMENTO E DOCUMENTAÇÃO DO PROCESSO.....	109
5.4	INTEGRAÇÃO COM O SISTEMA ORIGEM	110
5.4.1	INTRODUÇÃO.....	110
5.4.2	ANÁLISE E MODELAGEM DA CARGA DOS DADOS.....	111
5.4.3	DESENVOLVIMENTO DA CARGA DOS DADOS.....	115
5.5	CARGA E VALIDAÇÃO DOS DADOS.....	117
5.6	EXPLORAÇÃO DOS DADOS.....	118
5.7	ANÁLISE E GERAÇÃO DOS RESULTADOS	126
6	CONCLUSÃO.....	128
6.1	AVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS.....	128
6.2	CONTRIBUIÇÕES	129
6.3	INDICAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	129
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
7	APÊNDICES	141
7.1	APÊNDICE A - PROPOSTA ENVIADA PARA A EMPRESA DO ESTUDO DE CASO	141

RESUMO

Nas últimas décadas, empresas do mundo inteiro têm implementado os conceitos da Manufatura Enxuta (ME) com objetivo estratégico para os negócios. Conforme a manufatura enxuta é implementada, surge também a necessidade de melhoria contínua, e conseqüentemente aparecem várias fontes e volume de dados histórico advindos do seu processamento. Quando esses dados históricos por qualquer motivo são descartados sem gerar indicadores, é desperdiçada a oportunidade de transformar os dados em informação estratégica. Esta situação expõe a necessidade de um adequado sistema de medição de desempenho da manufatura enxuta. Entendendo esta necessidade de monitoramento constante do desempenho da Manufatura Enxuta (ME) como um fator estratégico para as empresas obterem competitividade no mercado; este trabalho busca desenvolver através da Tecnologia da Informação (TI) e das ferramentas de *Business Intelligence* (BI) uma proposta de gerenciamento de indicadores de desempenho da Manufatura Enxuta (ME) presentes na produção de calçados, como uma alternativa para melhorar a tomada de decisão. Para o desenvolvimento do trabalho foi feita uma revisão da literatura de Manufatura Enxuta (ME), Sistemas de Informação (SI), *Business Intelligence* (BI), indicadores de desempenho e manufatura de calçados com base no conceito da Manufatura Enxuta (ME), que é a redução de custo pela total eliminação de desperdícios. Isto leva aos sete grupos de desperdício da Manufatura Enxuta (ME), que por sua vez, em conjunto com outros trabalhos publicados, servem de guia e foco para encontrar os indicadores. Com a definição dos indicadores e a estratégia de apontamento e carga dos dados, o próximo passo é uma modelagem e desenvolvimento da carga dos dados em formato dimensional, preparado para utilização de ferramentas de *Business Intelligence* (BI) como *On-line Analytical Processing* (OLAP). Por último a aplicação é testada numa indústria de calçados com a carga do indicador de perda por super produção. O resultado final do trabalho é uma série de análises das informações de perda por superprodução, assim como a contribuição do método proposto em termos de facilidade, flexibilidade e viabilidade para uso prático nas empresas.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta (ME), *Business Intelligence* (BI), *Data Warehouse* (DW), Indústria de Calçados.

ABSTRACT

In the past decades companies around the world have implemented their concepts of Lean Manufacture (LM) with their main focus on business. Together with LM's implementation comes the need of continuous improvement as several sources and historical data volume originate from its processing. Whenever those historical data are, for any reason, discarded without generating indicators the opportunity of transforming data into strategic information is missed. Such situation brings about the need of an adequate performance measurement system of LM. Having this constant monitoring need of LM's performance in mind as a strategic mean for a company to achieve competitiveness in the market, this paper aims to develop through Information Technology (IT) and the tools of Business Intelligence (BI) a proposal of managing performance indicators of LM present in shoe production, as an alternative to improve decision making. In order to develop this research, an overview of the literature of LM, BI, Information Systems (IS), performance indicators and shoe manufacturing from the basic concept of LM is offered that, on the other hand, has to do with cost reduction and total cut of waste. This study leads to the seven waste groups of LM, which, together with other published works, can guide and focus so as to reach indicators. By setting indicators and pointing strategy, and also collecting data, the next step is modelling and developing data load in dimensional format prepared to use BI's tools as On-line Analytical Processing (OLAP). Finally, the application is tested in a shoe industry with the load of waste indicator for over production. The final result of the research is a series of analyses of waste information for over production as well as the contribution of the proposed method in terms of easiness, flexibility and practical availability in companies.

Key words: Lean Manufacture (LM), Business Intelligence (BI), Data Warehouse (DW), Shoe Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Configuração dos Quatro Elementos Chave da Manufatura em Massa Atual.....	20
Figura 2.2 - Custo, Quantidade, Qualidade e Mão-de-obra: Melhorias da Manufatura Enxuta	25
Figura 2.3- Mapa Fluxo de Valor de Processo Administrativo	30
Figura 2.4- Hierarquia dos Sistemas dentro das Empresas	33
Figura 2.5- Elementos básicos de um DW	35
Figura 2.6- Esquema Estrela Fato Vendas Utilizando o <i>Software ERWIN 4.1 Trial</i>	38
Figura 2.7- <i>Snowflake / parent-child</i>	39
Figura 2.8- Nível de Granularidade	41
Figura 2.9- Modelo Entidade Relacionamento.....	42
Figura 2.10- Modelo Dimensional.....	42
Figura 2.11- Arquitetura Global e Distribuída.....	44
Figura 2.12- Abordagem <i>Top-Down</i>	45
Figura 2.13- Abordagem <i>Bottom-Up</i>	45
Figura 2.14- Arquitetura de Barramento.....	46
Figura 2.15- Visão Multidimensional dos Dados.....	48
Figura 2.16- Modelo HOLAP	50
Figura 2.17- Os Passos do <i>Data Mining</i>	51
Figura 2.18- Tela de Aplicação <i>Dashboard</i>	53
Figura 2.19- DW em Camadas	56
Figura 2.20- Módulos ARIS	60
Figura 2.21- Aris House	61
Figura 2.22- Organograma (ORG).....	63
Figura 2.23- Diagrama de Entidade e Relacionamento (ERM)	63
Figura 2.24- Cadeia de Valor Agregado	64
Figura 2.25- Cadeia de Processos Orientada por Eventos (EPC).....	65
Figura 2.26 - Modelagem de Processo de Negócio e DW.....	67
Figura 3.1- Distribuição dos Setores na Fábrica de Calçados	73
Figura 3.2 - Modelo da Produção de Calçados	74
Figura 3.3 - Avaliação de <i>Performance</i> de um Sistema de Manufatura Enxuta.....	80
Figura 4.1- Diagrama do Ciclo de Vida Dimensional do Negócio.....	83
Figura 4.2- Matriz de Barramento de <i>Data Warehouse</i>	94
Figura 4.3- Modelo Lógico de Dados: Fato Super Produção	95
Figura 4.4- Parâmetro Tempo Padrão	96
Figura 4.5- Mapa ETL de Super Produção.....	97
Figura 4.6- Fases do Desenvolvimento de Processos de Carga.....	99
Figura 4.7- Codificação da Carga Dim_Produto	102
Figura 4.8 - Carga Super Produção.....	102
Figura 4.9- Modelo OLAP Superprodução	104
Figura 4.10- Exemplo de Exploração com <i>Analysis Studio</i>	105
Figura 5.1 - Passos para os dados alimentarem os indicadores	109
Figura 5.2 - Modelo da Carga dos Dados.....	111
Figura 5.3 - Carga da super produção numa ferramenta de ETL.....	116
Figura 5.4 - Codificação da carga de produção realizada.....	117
Figura 5.5 - Tela Geral de Exploração do Cubo SuperProdução	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1– Comparação de Sistemas Analíticos e Operacionais.....	32
Tabela 2.2– ETL de cliente: padronização de código de mercado.....	36
Tabela 2.3– Ferramentas de BI por Tipo e Fornecedor.....	54
Tabela 3.1– Mercado de Calçados no Brasil.....	70
Tabela 3.2– Importação Brasileira de Calçados por Origem.....	71
Tabela 3.3 – Exportações Brasileiras por Destino.....	71
Tabela 3.4– Mercado Mundial de Calçados.....	72
Tabela 3.5- Indicadores de Desempenho da Manufatura Enxuta.....	77
Tabela 4.1– Análise de Padrão das Origens dos Dados.....	90
Tabela 4.2 – Ferramentas de <i>Software</i> utilizadas no Projeto.....	93
Tabela 4.3– Descrição das Tabelas e Colunas.....	98
Tabela 4.4 – Mapeamento do Processo de Carga.....	101
Tabela 4.5 – Especificação Modelo OLAP Super Produção.....	103
Tabela 5.1 – Planilha Cadastro da Descrição de Células Produtivas.....	112
Tabela 5.2 – Planilha Cadastro Descrição dos Produtos de Vendas.....	113
Tabela 5.3 – Planilha Cadastro da Hierarquia de Data.....	113
Tabela 5.4 – Planilha Cadastro do Tempo Padrão.....	114
Tabela 5.5 – Mapeamento da Data Staging Area (DSA): Fato Superprodução.....	114
Tabela 5.6 – Planilha das Medidas de Janeiro a Dezembro de 2008.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1- Etapas da Pesquisa.....	12
Quadro 1.2 - Critérios do <i>Design</i> da Pesquisa.....	13
Quadro 1.3 - Abordagem Qualitativa e Quantitativa.....	14
Quadro 1.4 – Resumo dos Métodos Utilizados.....	15
Quadro 2.1 – Evolução dos Paradigmas de Sistemas de Manufatura.....	18
Quadro 2.2 –Comparação dos Paradigmas Produção em Massa Atual x Manufatura Enxuta	28
Quadro 2.3 – Transformações efetuadas no ETL.....	37
Quadro 2.4 – Técnicas de Mineração.....	52
Quadro 3.1– Indicadores de Desempenho para medir Desempenho da ME Conforme Abrangência.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - % Super Produção.....	122
Gráfico 2 – Variação das Horas Produção sobre as Horas Vendas.....	123
Gráfico 3 – Super Produção por Produto.....	123
Gráfico 4 – Qtde de Operadores x Qtde de pares por Operador /Mês.....	124
Gráfico 5 – Análise da Qtde de pares por operador.....	125
Gráfico 6- Exploração da Produtividade Célula Diária.....	126

LISTA DE ABREVIATURAS

Sigla	Termo em Inglês	Tradução Livre para o Português
ARIS	Architecture for Integrated Systems	Arquitetura para Sistemas Integrados
ATO	Assembly to Order	Montagem para Pedido
BI	Business Intelligence	Inteligência de Negócio
BK	Business Key	Chave de Negócio
BO	Back Office	Sistema de Medição de Desempenho
BPEL	Business Process Execution Language	Linguagem de Programação de Processo de Negócio
BPM	Business Process Management	Gerenciamento de Processo de Negócio
BPMS	Business Process Management System	Sistema de Gerenciamento de Processo de Negócio
CIM	Computer Integrated Manufacturing	Manufatura Integrada por Computador
CIMOSA	CIM - Open System Architecture	Sistema de Arquitetura Aberta
DA	Access Diagram	Diagrama de Acesso
DFI	Information Diagram Flow	Diagrama de Fluxo de Informação
DM	Data Mart	Data Mart
DOLAP	Desktop On-line Analytical Processing	Processo Analítico Online da Estação
DSA	Data Staging Área	Área de Dados de Estágio
DSS	Decision Support System	Sistema de Apoio à Decisão
DW	Data Warehouse	Repositório de Dados
EDI	Electronic Data Interchange	Intercâmbio de Dados Eletrônicos
EIS	Executive Information System	Sistema de Informação Gerencial
EPC	Event-oriented Process Chain	Cadeia de Processo Orientada por Evento
ERM	Entity Relationship Model	Modelo de Relacionamento de Entidade
ERP	Enterprise Resource Planning	Planejamento dos Recursos da Empresa
ETL	Extract Transformation Load	Carga de Transformação de Extração
FAD	Function Allocation Diagram	Diagrama de Alocação de Funções
FK	Foreign Key	Chave Estrangeira
FT	Function Tree	Árvore de Produto
HOLAP	Hybrid On-Line Analytical Processing	OLAP Híbrido
IS	Information Systems	Sistemas de Informação
IT	Information Technology	Tecnologia da Informação
JIT	Just in Time	Produção na quantidade e momento certos
KPI	Key Performance Indicators	Indicadores Chaves de Desempenho
LP	Lean Production	Produção Enxuta
MIS	Management Information System	Gerenciamento de Sistemas de Informação
MOLAP	Multidimensional On-Line Analytical Processing	OLAP Multidimensional
MSI	Modelling System Interfaces	Interfaces de Sistema de Modelagem

MTO	Make-to-Order	Produção para Pedido
MTS	Make-to-Stock	Produção para Estoque
ODS	Operational Data Store	Repositório Operacional de Dados
OLAP	On-Line Analytical Processing	Processamento de Análises On-line
OLTP	On-Line Transaction Process	Processamento de Transações On-line
PAD	Physical Access Diagram	Diagrama de Acesso Físico
PO	Production Order	Ordem de Produção
ROLAP	Relational On-Line Analytical Processing	OLAP Relacional
SADT	Structured Analysis and Design Technique	Análise Estruturada e Técnica de Projeto
SK	Surrogate Key	Chave Alternativa
TPS	Toyota Production System	Sistema Toyota de Produção
TSA	Table Staging Area	Tabela da Staging Area
VAC	Value-Added Chain	Cadeia de Valor Agregado
WOLAP	Web OLAP	OLAP via Internet

LISTA DE SIGLAS EM PORTUGUÊS

Sigla	Definição
ACC	Abertura de Conta de Cliente
CA	Chave Alternativa
CD / COD	Código
CN	Chave de Negócio
DAF	Diagrama de acesso físico
DER	Diagrama de entidade e relacionamento
DESC	Descrição
DIM	Dimensão
DS	Descrição da semana
DSI	Diagrama de Sistema de Informação
DT	Data
DTSA	Diagrama Tipo de Sistema de Aplicação
FAT / Fat	Fato
FERT	Material do SAP
Finame	Nome de Documento Comercial
GC	Gestor de Conta
ME	Manufatura Enxuta
MER	Modelo Entidade Relacionamento
MM	Manufatura em Massa
MMA	Manufatura em Massa Atual
MMP	Manufatura em Massa Precedente
MPN	Modelagem de Processo de Negócio

MR	Manufatura Responsiva
NR	Número
OP	Ordem de Produção
ORG	Organograma
OV	Ordem de Venda
PEGEM	Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura
PPCP	Planejamento, Programação e Controle da Produção
PPMA	Paradigma Produção em Massa Atual
PSM	Paradigma Sistema de Manufatura
QTDE	Quantidade
RH	Recursos Humanos
SAP	Nome de um Sistema ERP
SI	Sistema de Informação
SMD	Sistema de Medição de Desempenho
SO	Sistemas Operacionais
TI	Tecnologia da Informação
TP	Tempo Parado
TRA	Tempo de realização de atividade
VR	Valor
UF	Unidade federativa

LISTA DE TERMOS ESTRANGEIROS

Termos Estrangeiros	Tradução Livre para o Português
ad hoc	Com este objetivo, pois a situação assim exige
Analysis studio	Módulo de Exploração OLAP do <i>software</i> IBM / COGNOS
Application System Type Diagram	Diagrama Tipo Sistema de Aplicação
apud	Citado por, conforme, segundo
Big bang	Implantação de uma só vez
Bottom-up	De baixo para cima
Bus architecture	Arquitetura de barramento
Check-list	Lista de conferência
Clustering	Agrupamento automático de dados
Dashboard	Painel
Data mining	Mineração de dados
Data source	Origem dos dados
Design	<i>Design</i> , desenho
Dimension map	Mapa das dimensões
Drill	Explorar
Drill-down	Explorar abaixo
Drill-through	Explorar adentro
Drill-up	Explorar acima
et al.	E outros

Expost-facto	(A partir do) Fato Exposto
Extranet	Rede Externa
Flow shop	Padrão de fluxo unidirecional
Fool-proof	Dispositivo para detecção de anormalidades
Frame	Modelo
Frameworks	Áreas de Trabalho, pacotes/suites de software
Front-end	Interface de coleta de dados para início de produção
Hardware	Hardware
Heijunka	Produção Nivelada
Information Warehouse	Repositório de Informação
Intranet	Rede Interna
Jidoka	Autonomação
Kaizen	Melhoria contínua
Kanban	Sistema de informação para controle harmonioso da produção
Layout	Disposição
Lead time	Tempo de processamento
Lean Manufacture	Manufatura enxuta
Lean Office	Escritório enxuto
Lean Production	Produção enxuta
Measures	Medidas
Mining	Mineração
Modeling Construct	Construção (de Modelagem)
Modeling System Interfaces	Interfaces de Sistema de Modelagem
Open Source	Fonte Aberta
Parent-child	Pai-filho
per capita	Por cabeça, por pessoa
Performance	Desempenho
Poka-yoke	Dispositivo para detecção de anormalidades
Powercubes	Cubos
Program Structure Chart	Quadro de Estrutura de Programa
Read-only	Somente leitura
Scorecard	Cartão de Informações
Slice and dice	Decomposição e análise
Snowflake	Floco de neve
Software	Software
Staging	Estágio
Star Schema	Esquema Estrela
Takt time	Ciclo de tempo
Top-Down	De cima para baixo
Trial	Teste
Web	Teia, <i>Internet</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Após a globalização dos mercados, as empresas vêm passando por profundas transformações no modo de produzir, vender e distribuir seus produtos. O mercado mudou, cresceu e a conseqüência foi o aumento da concorrência mundial. Esse cenário significou, para as empresas mais preparadas, uma maior oportunidade de negócios. Já para aquelas com menor preparo, além de não aproveitarem as oportunidades do mercado expandido, ainda sofrem com o aumento da concorrência no mercado local. Seguindo a crença de Ohno (1997), na qual afirma que “a necessidade é a mãe da invenção”, tornou-se obrigatória a busca de novos meios para manter-se competitivo no mercado. Desta maneira, o consumidor, com mais opções de preço e qualidade, tornou-se também cada vez mais exigente.

Desde o início, ainda quando este trabalho estava na fase de idéias, os esforços já eram direcionados para encontrar contribuições aplicáveis a este contexto. A experiência profissional do autor em projetos de Sistemas de Informação (SI) do tipo *Enterprise Resource Planning* (ERP) foi fundamental para essa busca. O convívio em reuniões de projetos nas empresas e em grupos de estudo e seminários na pós-graduação formaram o ambiente fornecedor de perguntas. Ao mesmo tempo em que os créditos eram concluídos, os estudos aprofundados na universidade, as reuniões dos projetos nas empresas forneciam componentes que aos poucos foram se juntando aos componentes da universidade.

Um fato de alta contribuição foi um caso de implantação de sistema de informação (SI) na programação e seqüenciamento da produção. Na mesma empresa, enquanto implantava-se o SI, também ocorria um projeto de manufatura enxuta (ME) com implantação de *Just in Time* (JIT), porém eram projetos à parte e desconectados. A ocorrência foi conflito de objetivos entre os dois projetos, além dos diferentes conceitos de gerenciamento, as equipes não conversavam entre si.

A partir deste ponto, as idéias foram aparecendo e logo amadurecendo. O caminho foi se definindo para buscar soluções na área de tecnologia de informação (TI) e manufatura enxuta (ME) para suprir essas deficiências e permitir melhor aproveitamento das novas tecnologias de SI, sem perder o foco no conceito do sistema de produção. A seguir será descrito como cada componente foi se encaixando na proposta do trabalho.

1.1.1 O componente da Manufatura Enxuta (ME)

O conceito de manufatura enxuta (ME) vem sendo amplamente explorado e adaptado por muitas empresas de diferentes segmentos, e não apenas pelo setor automobilístico onde surgiu. Embora seja vasta a utilização de suas práticas, existe uma dissociação dos seus conceitos com sistemas de informação. Em algumas conversas com especialistas de projetos de ME no chão de fábrica, quando perguntados sobre o papel de SI em aplicações de ME, a posição em relação ao assunto sempre foi “não importa o sistema de informação”, porém sempre demonstrando certo desconforto com a pergunta.

O fato é que os sistemas de informação padrões de mercado não possuem conceitos de ME embutidos, como por exemplo, o *Enterprise Resource Planning* (ERP). Nas empresas, algumas vezes isso provoca separação ou isolamento das informações de outros setores da empresa não usuárias de ME, podendo haver conflito interno, o que é prejudicial à integração e conseqüentemente sinergia entre os sistemas.

Conforme Monden (1984, p. 1) “o conceito básico de ME é a completa eliminação de elementos desnecessários na produção, com o propósito de reduzir custos”. Esta definição básica é suficiente para a visualização de duas estruturas de informação, os dados de redução de custo e os de eliminação de elementos desnecessários na produção. Isso os torna elementos de sistema de informação (SI) e sugerem a necessidade de controle e gerenciamento de informações da ME.

Esse contexto de ME e TI remete ao seguinte questionamento: Como a ME pode contribuir com a TI e vice-versa?

1.1.2 O componente da Tecnologia da Informação (TI)

Os avanços tecnológicos de *hardware e software* têm provocado e continuam provocando uma verdadeira revolução nos processos empresariais. No campo do conhecimento, muitas experiências antes impossíveis se tornaram viáveis, como exemplo os recursos de simulação, modelos matemáticos complexos e etc. Um caso típico dessa revolução é a *internet*, que mudou não apenas as empresas, mas toda a sociedade. É importante observar que a tecnologia da informação (TI) está sempre presente nessa revolução, cujo fato abre um leque de oportunidades para experiências e novas contribuições.

A passagem pelo ano 2000 ficou marcada pelo auge de projetos do tipo *Enterprise Resource Planning* (ERP). A partir deste período, a quantidade de novos projetos ERP diminuiu, as empresas passaram a focar os esforços na estruturação dos processos e

dados de forma a responder perguntas gerenciais. Durante esse período de evolução, algumas empresas mundiais fornecedoras focadas neste setor emergiram, as soluções e *softwares* atingiram maturidade, essa área da TI passou a ser chamada de *Business Intelligence (BI) / Data Warehouse (DW)*.

Nos últimos anos, o mercado de empresas fornecedoras de BI passou por um processo de consolidação. Os três principais fornecedores mundiais foram comprados por empresas de maior porte. O processo foi iniciado com a compra da empresa *Hyperion* pela *Oracle*, depois a *Business Objects* foi comprada pela *SAP* e por último a aquisição da *Cognos* pela *IBM*.

Esse comportamento do mercado é explicado não por causa de alguma crise no setor, mas pelo seu aquecimento. Conforme Cherobino (2007) é prevista uma expansão do mercado de BI para 11 bilhões de dólares, com crescimento médio de 8,6% até 2011, outro dado, segundo o mesmo autor, é o fato de BI ter ocupado uma posição estratégica dentro das empresas.

A posição estratégica de BI dentro das empresas é facilmente reconhecida por causa do seu foco gerencial. Os usuários consumidores de BI dentro das empresas ocupam o topo da hierarquia organizacional. Esperava-se que as necessidades destes usuários fossem contempladas com os sistemas ERP, mas ficou um vazio nessa área, portanto foi neste espaço que emergiram as soluções de BI.

Na prática, nos últimos anos, as aplicações de *business intelligence (BI)* complementaram os sistemas ERPs, onde estes passaram a ser fornecedores de informações necessárias para fazer BI. Conforme Fortulan (2005) o fato de uma empresa possuir um ERP é uma situação ideal para fazer BI, porém não obrigatória e para Serra (2002, p.20) “a qualidade da informação pressupõe a qualidade do dado, do sistema de informação e do ambiente computacional”. Alinhado com a opinião dos dois autores acima, tanto a estrutura computacional, como a de processos de negócio deve ter maturidade para a prática de BI.

Acrescentado o componente da manufatura enxuta (ME) neste contexto, o desafio deste trabalho é discutir e propor BI com os dados gerados pela ME. Acreditamos que o resultado desta combinação é a melhoraria do desempenho de ambos os conceitos ME e BI. Seguem alguns elementos resultantes desta combinação que podem funcionar como potencializadores de desempenho:

- Geração de uma base gerencial de informação da manufatura enxuta;
- Integração dos resultados da ME através da base gerencial com os demais sistemas de informação e setores da empresa;

- Melhoria da automação dos resultados gerenciais de ME;
- Melhoria da capacidade de gerenciamento dos indicadores de resultado de ME;
- Melhoria do alinhamento da ME com o controle e planejamento estratégico da empresa.

Na verdade, através de seus métodos e processos, o sistema de manufatura enxuta (ME) compõe por si próprio um sistema de informação. No entanto, se o ambiente computacional estiver preparado para suportar esses métodos e processos através da automação, um grande diferencial desses dados será a utilização para fazer a inteligência de negócio ou BI.

1.1.3 O componente da Modelagem de Processo de Negócio (MPN)

A popularização dos projetos de sistemas ERP provocou importantes avanços na área de modelagem/gerenciamento de processos de negócio (MPN) dentro das empresas. Conforme Silva e Pereira (2006, p. 342) “A modelagem de processos de negócio (MPN) é essencial para ajustar as lacunas entre o sistema ERP e o modelo de negócio da empresa quando se deseja o alinhamento de seus principais processos de negócio ao sistema”. Seguindo a mesma linha de avaliação, segundo Kacuta (2006):

“Para que os sistemas de informação contribuam mais efetivamente para o sucesso de uma organização é fundamental que os processos do negócio estejam alinhados com a sua estratégia do negócio, e adequadamente implementados e integrados ao software que os suporta. Esta dependência sugere uma modelagem de processos do negócio que alinhe os processos à estratégia do negócio, e um método para assegurar que o software incorpore adequadamente o processo modelado (KACUTA, 2006, p. 65).”

Embora o termo MPN sempre apareça relacionado como instrumento para implantação de *software*, uma empresa organizada conhece seus processos de negócio independentemente do *software* de sistema de informação utilizado. Mesmo numa pequena empresa com processos simples, reter, analisar e administrar conhecimentos armazenados nas cabeças dos colaboradores não é uma tarefa fácil. Com objetivo de auxiliar neste processo existem as ferramentas de MPN.

Assim como ocorreu com a área de BI, empresas globais da área de TI têm despertado para a importância deste assunto e passaram a oferecer produtos voltados para MPN/BPM, conforme Montalbano (2007), a empresa Microsoft pretende impulsionar a adoção de aplicações BPM, adicionando suporte à linguagem *Business Process Execution Language* (BPEL) na camada de gerenciamento de fluxo de processos do Windows Vista.

Segundo a empresa Microsoft, a utilização de BPM está restrita às empresas de grande porte, que aparecem na lista *Fortune500*, conhecidas como as quinhentas maiores empresas do mundo.

Outra novidade é a parceria anunciada em dezembro de 2006 entre a empresa ORACLE e a IDS Scheer; conforme Fusco (2006) a empresa Oracle passará a comercializar a plataforma *Architecture for Integrated Information Systems* (ARIS) da IDS, que oferece desde a modelagem e simulação até a implementação de processos. A plataforma ARIS é uma importante família de *softwares* da área de *business process management* (BPM) ou MPN que será discutida na seção 2.2.

Esta dissertação se propõe a utilizar a modelagem de processo de negócio como uma ligação entre o *software* e o mundo real do processo de negócio. É importante destacar que o desenvolvimento de aplicação / implantação de *software* exige modelagem de processo de negócio (MPN).

1.1.4 O segmento de calçados

Conforme a ABICALÇADOS (Associação Brasileira das Indústrias de Calçados, 2007), a indústria de calçados emprega no Brasil em torno de 300 mil pessoas em aproximadamente sete mil empresas, com esses números chega-se a uma média de 38 empregados por empresa. O calçado é o terceiro principal item da balança comercial brasileira com exportações no ano de 2006 no valor de US\$ 1,8 Bi.

De acordo com Souza (2003, p. 25) a indústria de calçados no Brasil é composta por empresas de pequeno porte com capital nacional e o modelo padrão de administração é familiar. Segundo Junqueira (2006, p. 75) as empresas de calçados vêm sendo forçadas a reverem seus modelos de competição e mercado de atuação.

O principal desafio das indústrias calçadistas brasileiras é vencer a barreira do baixo custo criada no mercado mundial pelos calçados chineses e ou encontrar espaço intermediário para concorrerem com o fator qualidade. Independente do caminho, a competição é mundial e as empresas não podem ficar esperando de braços cruzados.

Um dos componentes já comentados acima é a utilização dos benefícios atingidos no caso Toyota, cuja transformação provocada na indústria automobilística pode servir para as empresas brasileiras de calçados que buscam ser as melhores do mundo.

Diferente de outros setores, encontram-se poucos casos de aplicação de ME na indústria de calçados. “O desperdício de mão-de-obra, tempo, matéria-prima, equipamento,

energia e até talentos sempre esteve presente neste setor (DIEDRICH, 2002, p.15)”. Esta situação é comum num modelo de gestão familiar, onde, na maioria dos casos, os recursos gerados são aplicados em outros investimentos e não na melhoria dos processos da empresa. Mas, é importante destacar o caso publicado por Junqueira (2006) que apresenta uma aplicação de célula de manufatura no setor de pesponto (costura), em que demonstra a viabilidade da utilização de ME na fabricação de calçados.

Sobre a utilização de tecnologia da informação (TI) na indústria de calçados, o trabalho de Silva e Fernandes (2005, p. 9) concluiu que as empresas calçadistas da região de Franca, estado de São Paulo, não costumam elaborar estudo formal que busque avaliar questões relacionadas ao *software* e à empresa, ou mesmo à adequação de sua estratégia e do *software*. Mas, nos últimos anos, mesmo empresas muito pequenas vêm utilizando ou buscam utilizar algum tipo de sistema de informação do tipo ERP ou BI.

Agora vale destacar alguns aspectos que contextualizam este ambiente para exploração de resultados com a aplicação de BI utilizando a ME e MPN na indústria de calçados:

- A competição mundial está cada vez mais acirrada e a indústria calçadista brasileira necessita desenvolver vantagem competitiva;
- Uma grande parte das empresas calçadistas já possui sistema ERP em funcionamento;
- Existem casos que comprovam a viabilidade de adaptação e aplicação de ME à indústria de calçados;
- Não é costume das empresas de calçados investirem em documentação dos processos de negócio;
- Há disponibilidade de tecnologias alternativas com baixo custo para aplicações de BI.

1.2 Justificativa

1.2.1 Introdução

Para justificar o desenvolvimento deste trabalho, buscamos trabalhos publicados na literatura. No assunto manufatura enxuta (ME), os trabalhos foram classificados com foco em manufatura de calçados, manufatura geral e indicadores de desempenho. Também foram pesquisados trabalhos relevantes de modelagem de processo de negócio (MPN) e depois aplicações de ferramentas de *business intelligence*.

1.2.2 Trabalhos selecionados com foco em manufatura de calçados

Embora exista vasta literatura em manufatura enxuta (ME) e seja comum publicação de trabalhos exclusivos em manufatura de calçados, não é comum a publicação de trabalhos combinando a manufatura de calçados e manufatura enxuta. Os três casos que abordaremos abaixo e em vários pontos deste trabalho, foram selecionados por causa de suas características que abordaremos a seguir, serem úteis para a argumentação e desenvolvimento deste trabalho.

O primeiro caso de Junqueira (2006) desenvolveu um estudo de implantação de conceito celular no setor de pesponto (costura), onde em seu estudo de caso constatou entre outras melhorias, a redução do *lead time* produtivo em 91%, aumento da produtividade em 33% e redução do estoque em 76%. Esse trabalho além de abordar características da adaptação da ME para calçados, corrobora com a confirmação de viabilidade de implantação dos conceitos de ME no pesponto.

O segundo caso publicado por Gracia (2005) é uma pesquisa-ação que estuda a adaptação da produção do calçado para o conceito de manufatura responsiva, e conforme Gracia (2005, p.3) o objeto estudado já possuía todas as características de ME. Portanto conclui-se que este seja um caso de manufatura de calçado com ME implantado, e essa uma característica fundamental e positiva para a presente dissertação.

O terceiro caso é um estudo de implantação dos conceitos de ME para melhorar o processo de fabricação de calçados. Seu autor, Diedrich (2002, p. 130), conclui que existe um claro entendimento de cada uma das sete classes de perdas da ME e não existe muita dificuldade em identificá-las, mas sim no tratamento de suas causas, então é indicada a necessidade de criação de uma metodologia para acelerar a identificação das perdas no processo produtivo. Esse trabalho corrobora diretamente, pois essa é uma lacuna que buscamos preencher com o desenvolvimento desta dissertação.

1.2.3 Aplicações em Modelagem de Processo de Negócio

A MPN ou como chamado originalmente em inglês *Business Process Management* (BPM) é um assunto amplo e existe vasta literatura à respeito. Para esse trabalho foram selecionados dois casos. Não foi encontrado nenhum caso de MPN aplicado à manufatura de calçados.

O trabalho de Silva (2005) estuda a MPN na implementação de ERP de fornecedores nacionais em pequenas e médias empresas. O resultado satisfatório em utilização da MPN para implementação de sistemas ERP e o escopo em pequenas e médias empresas é a base de corroboração deste trabalho, pois como já colocado na sessão 1.1.4, a indústria de calçados brasileira é predominantemente formada por empresas de pequeno porte.

O trabalho de Santos (2002, p.248) analisa a teoria de engenharia de processo (EP), seus instrumentos e a sua aplicabilidade. Uma conclusão é o papel de alta relevância para melhor habilitar as organizações a lidarem com as crescentes mudanças em seu ambiente de atuação, mas também conclui que a “literatura disponível para a engenharia de processo é frágil e não permite considerar que há um referencial mais científico para suportar ações de bases tecnológicas através da aplicação da teoria em prol da melhoria do desempenho das Organizações”.

O resultado destes trabalhos busca orientar a utilização dos conceitos de MPN em projetos de sistemas de informação, e o trabalho de Silva (2005) complementa o trabalho de Santos (2002) minimizando a fragilidade da literatura apontada, pois apresenta resultados práticos e positivos de utilização de MPN na implementação de ERPs.

1.2.4 Indicadores de desempenho da manufatura enxuta (ME)

Para o desenvolvimento deste trabalho é importante destacar a importância de investigar e de se utilizar dos indicadores já desenvolvidos para medir o desempenho da ME. Neste sentido foram selecionados três trabalhos, serão comentados a seguir.

O trabalho de Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) apresenta uma série de indicadores para medir o desempenho da manufatura enxuta (ME). O autor apresenta uma metodologia de avaliação através de algoritmo e cria três grupos de indicadores, para medir desempenho da ME no chão de fábrica, na empresa e na cadeia de suprimentos. O estudo de caso testa a metodologia e os indicadores numa indústria de equipamentos hospitalar. Os indicadores apresentados pelo autor servem de base para aprofundamento desta dissertação.

O trabalho De Toni e Tonchia (1996) é um estudo de caso numa grande empresa europeia de eletro-doméstico, a qual introduziu administração por processo na maioria de suas plantas. O artigo explora a influência do gerenciamento por processo nas mudanças exigidas pela implantação da ME e o impacto no sistema de medição de desempenho.

O último trabalho selecionado Sánchez e Pérez (2001) apresenta o desenvolvimento de uma *check-list* de trinta e seis indicadores para medir o desempenho da manufatura enxuta (ME) e depois o resultado de uma pesquisa *survey* nas indústrias de máquinas e automotivas, na região de Aragon, Espanha.

Os assuntos destes três trabalhos serão detalhados durante o decorrer da dissertação, é importante destacar que essas obras ajudam na fundamentação da necessidade de indicadores para medir desempenho da ME, assim como também ajuda com a disponibilização dos próprios indicadores.

1.2.5 Ferramentas de *Business Intelligence* (BI)

Da mesma forma que manufatura enxuta (ME), porém não com mesmo volume e frequência, trabalhos publicados com foco exclusivos de *business intelligence* (BI) são encontrados. Quando buscados a combinação de BI com o segmento manufatura de calçados, encontrar trabalhos é raridade. Destacamos os três trabalhos a seguir como base para aplicações de BI.

O trabalho de Fortulan (2005) apresenta um estudo de BI para gerar indicadores de desempenho no chão-de-fábrica. Esse estudo de caso demonstra efetivamente os conceitos de BI aplicados num ambiente de produção, o seu resultado vem afirmar a viabilidade de utilização dos conceitos de BI para medição de desempenho integrado aos sistemas de informação e aplicado ao gerenciamento da produção.

O trabalho de Felber (2005) apresenta uma solução de BI para a área comercial de uma indústria de calçados. Embora não apresente resultados efetivamente conclusivos, ele contribui com a análise de ferramentas *open source* / distribuição gratuita de licença de software.

Embora, publicado há dez anos, o trabalho de Bispo (1998) faz uma revisão interessante, completa e relativamente atualizada com a nova geração de sistemas de apoio à decisão, assunto que será detalhado neste trabalho. Ele conclui que o sucesso de um BI/DW depende de um projeto muito bem elaborado; indica especial atenção com a segurança, qualidade e credibilidade dos dados.

1.2.6 Justificativa: Por que Manufatura Enxuta (ME) e *Business Intelligence* (BI)?

Conforme já contextualizado, a origem da idéia de desenvolvimento deste trabalho foi num projeto de implantação de sistema de informação (SI) na produção, o qual

ocorria simultaneamente e de forma desintegrada a outro projeto de implantação da manufatura enxuta (ME) através de *just in time* (JIT). É importante informar que o projeto de SI dizia respeito à área de planejamento e controle da produção (PCP) e emissão das ordens de produção (OP), portanto não tinha escopo de *business intelligence* (BI). Porém, tanto a estrutura do projeto de SI como o seu *software* não estavam preparados para atender os conceitos de *JIT*. Com esta e outras experiências de projeto foi possível observar como esses dois mundos, ME e SI/BI juntos podem ajudar um ao outro e conseqüentemente ajudar empresas a serem melhores.

O problema prático abordado acima leva a uma exploração do conhecimento científico para completar a justificativa. É importante destacar a dificuldade de encontrar trabalhos envolvendo os assuntos BI e ME juntos. Os trabalhos de Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008), Sánchez e Pérez (2001) e De Toni e Tonchia (1996) entre outros disponibilizam indicadores e metodologias para medir o desempenho da ME, porém não existe a preocupação com a operacionalização prática dos indicadores.

Este assunto será aprofundado no capítulo 3 e esta é a lacuna que a atual dissertação busca preencher. Os indicadores e metodologias existentes na literatura de ME tem como objetivo principal medir o estágio da ME dentro das empresas, e suas aplicações demonstram ausência de padronização e especificação de coleta dos dados.

A questão desta pesquisa é como levar os indicadores da ME para o cotidiano das empresas de forma funcional e operacional. A modelagem dos indicadores de ME em formato dimensional de dados, a carga dos dados diretamente do sistema de produção de forma sistêmica e eletrônica, um cubo de dados do tipo *On-Line Analytical Processing* (OLAP) para análise dos indicadores compõem os recursos de tecnologia, em conjunto com os conceitos de BI/DW e ME buscam o preenchimento desta lacuna.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma proposta de gerenciamento e análise de indicadores de desempenho da manufatura enxuta (ME) presentes na produção de calçados, como uma alternativa para melhor tomada de decisão.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, pretende-se desenvolver os seguintes objetivos específicos:

- Levantar os requisitos de indicadores e dimensões de análise associados aos grupos de desperdícios da manufatura enxuta;
- Modelar a estrutura de banco de dados para suportar as demandas por informações para análises dos indicadores e dimensões;
- Desenvolver coleta de dados estruturada e automatizada;
- Desenvolver uma aplicação de *Business Intelligence* (BI) utilizando as dimensões e indicadores levantados e modelados no banco de dados;
- Verificar a viabilidade de aplicação dos conceitos propostos em um ambiente real, através de cubo de dados do tipo *On-Line Analytical Processing* (OLAP) para análise dos indicadores.

1.4 Metodologia de Pesquisa

1.4.1 Introdução

A ciência, segundo Alves (2000, p. 40) “se inicia com problema. O seu objetivo é descobrir uma ordem invisível que transforme os fatos de enigma em conhecimento”. Para Chalmers (1995, p. 23), “conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimentação”.

Essas colocações estão compatíveis com o desenvolvimento desta dissertação, pois a busca pela ordem e transformação foi provocada por um problema: o projeto de sistema de informação e a manufatura enxuta. A vasta experiência existente em manufatura enxuta (ME) e *business intelligence* (BI) são pontos de partida para derivações.

Metodologia científica, segundo Silva e Menezes (2005) pode ser entendida como um conjunto de etapas ordenadamente dispostas que se deve vencer na investigação de um fenômeno. Ainda conforme os mesmos autores, nessas etapas estão incluídos desde a escolha do tema, o planejamento da investigação, o desenvolvimento metodológico, a coleta e a tabulação de dados, a análise dos resultados, a elaboração das conclusões e até a divulgação de resultados. O quadro 1.1 nomeia as etapas e descreve as perguntas a serem respondida pela pesquisa em cada uma delas:

Nome da etapa	Perguntas á responder
Escolha do tema	O que abordar? Qual área de interesse? Qual a linha do Orientador? O que desenvolver e provar?
Revisão de literatura	Quem já escreveu sobre o assunto? Quais as lacunas existentes?
Justificativa	Responder “o porquê” da realização da pesquisa: Quais vantagens e benefícios a pesquisa irá trazer?
Formulação do problema	Qual é o problema que se pretende resolver? Vale a pena encontrar uma solução para o problema?
Determinação de objetivos	Devem ser coerentes com a justificativa e o problema proposto. O objetivo geral é a síntese e os objetivos específicos é o seu desdobramento de detalhes.
Metodologia	Qual o tipo de pesquisa? Como será a coleta de dados?
Coleta de dados	Esta etapa é coleta propriamente dita. Ela deve fornecer os dados necessários para a pesquisa.
Tabulação de dados	Que recursos serão utilizados para tabular os dados?
Análise e discussão dos resultados	Comparar e confrontar dados e provas para responder: Qual hipótese(s) ou os pressupostos da pesquisa foram confirmadas ou rejeitadas?
Conclusão da análise dos resultados	Quais os objetivos foram atingidos? Qual a contribuição da pesquisa para o meio acadêmico ou da ciência e tecnologia.
Redação e apresentação do trabalho científico	Responder ao texto de dissertação ou tese propriamente dito. Seguir estilo agradável, observar as Normas de documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

Quadro 1.1- Etapas da Pesquisa

Fonte: Montagem base de Silva e Menezes (2005, p.30)

É importante destacar que as etapas apresentadas no quadro 1.1 podem ser mais exploradas diretamente na fonte, conforme Silva e Menezes (2005, p.35) na Engenharia de Produção, muitas vezes, as dissertações e teses estão comprometidas com o desenvolvimento de modelos e produtos. Nesses casos a metodologia não segue exatamente os passos indicados acima, e sim deve estar adequada à necessidade requerida para criação específica do modelo ou produto que está sendo desenvolvido.

A presente dissertação, conforme capítulo 4- Construção da Aplicação utiliza a metodologia de desenvolvimento de data warehouse (DW) proposta por Kimball (2002). No capítulo 5 será efetuado um teste da aplicação construída em uma empresa real, e para isso é utilizado uma metodologia própria de desenvolvimento da coleta dos dados, ela esta descrita na introdução do próprio capítulo.

1.4.2 Classificação das pesquisas

As pesquisas são classificadas de várias formas e critérios, o quadro 1.2 apresenta um resumo com o objetivo de identificar a estrutura do projeto de pesquisa e qual o seu objetivo.

Critério	Classificação	Descrição
Natureza	Básica	Envolve verdades e interesses universais, procurando gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência, sem natureza de aplicação prática prevista.
	Aplicada	Busca gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.
Abordagem	Qualitativa	O ambiente natural é fonte direta para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados.
	Quantitativa	Requer o uso de recursos e técnicas de estatística, procurando traduzir em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador.
Objetivo do Estudo	Exploratório	Visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre o mesmo.
	Descritivo	Expõe as características de uma determinada população ou fenômeno, demandando técnicas padronizadas de coleta de dados.
	Explicativo	Procura identificar os fatores que causam um determinado fenômeno, aprofundando o conhecimento da realidade.
Método Científico	Dedutivo	Sugere uma análise de problemas do geral para o particular, através de uma cadeia de raciocínio decrescente.
	Indutivo	O argumento passa do particular para o geral, uma vez que as generalizações derivam de observações de casos da realidade concreta.
	Hipotético-Dedutivo	Formulam-se hipóteses para expressar as dificuldades do problema, de onde se deduzem conseqüências que deverão ser testadas ou falseadas.
Procedimento Técnico	Pesquisa Bibliográfica	Concebida a partir de materiais já publicados.
	Pesquisa Documental	Utiliza materiais que não receberam tratamento analítico.
	Pesquisa Experimental	Determina-se um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis e definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos.
	Levantamento (Survey)	Propõe a interrogação direta de pessoas.
	Estudo de Caso	Representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.
	Pesquisa <i>Expost-Facto</i>	O experimento se realiza depois dos fatos.
	Pesquisa- Ação	Procura estabelecer uma relação com uma ação ou problema coletivo.
Clareza da Questão de Pesquisa	Sim ou Não	Procura medir a transparência das informações
	Como, Por que, O que, Quem, Qual, Quantos, Quando, Onde, ou Não especificado	Identificar a questão central da pesquisa a partir da qual será desenvolvido o estudo
Utilização de Teste-Piloto	Sim ou Não	Facilitar o pesquisador na determinação de unidades de análise, métodos de coleta/análise de dados

Quadro 1.2 - Critérios do *Design* da Pesquisa
 Fonte: Lacerda et al. (2007)

De acordo com o quadro 1.2 e levantamento em Chalmers (1995), Forza (2002), Thiollent (1997), Gil (1991), Yin (1994), Bryman (1989), Creswell (1994), Silva e Menezes (2005), a presente dissertação apresenta a seguinte classificação:

- I. Natureza: Aplicada. Busca-se através do desenvolvimento e gerenciamento dos indicadores de ME gerar conhecimento para aplicação prática.
- II. Abordagem: Qualitativa. Conforme a quadro 1.2, o ambiente natural é fonte direta para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados. O quadro 1.3 apresenta um aprofundamento das características de abordagens Qualitativas x Quantitativas.

Qualitativa	Quantitativa
Menos estruturada, com forte sentido no contexto.	Requer estrutura bem definida para investigação.
Necessidade da aproximação com o fenômeno estudado em que o pesquisador participe como membro da organização.	Necessita de uma coleta de dados relacionados ao problema da pesquisa, além de uma análise detalhada.
A existência de número é somente o suficiente para discutir o problema, e também propor uma linguagem para sugerir o projeto e liderança a fim de conduzir ao que o pesquisador espera.	A literatura e teoria são usadas dedutivamente. São avançadas para servir de guia no estudo e no desenvolvimento das questões de pesquisa.
Não se buscam generalizações	Buscam-se criar generalizações

Quadro 1.3 - Abordagem Qualitativa e Quantitativa
Fonte: Montagem de Bryman (1989) e Creswell (1994)

- III. Objetivo do Estudo: Exploratório. A presente dissertação visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre o mesmo. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado.
- IV. Método Científico: Dedutivo. Conforme já colocado na introdução, A vasta experiência existente em manufatura enxuta (ME) e *business intelligence* (BI) são pontos de partida para derivações.
- V. Procedimento Técnico: Estudo de caso. Conforme Yin (1994) a pergunta da pesquisa é “como?”, ou, “por quê?”. O pesquisador tem baixo controle sobre os eventos. O foco temporal está em fenômenos contemporâneos dentro do contexto de vida real. As fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes. Múltiplas fontes de evidências são utilizadas.
- VI. Clareza da Questão de Pesquisa: Sim.

- VII. Tipo de Questão de Pesquisa: Como. O tipo de questão da presente dissertação pode ter a seguinte colocação. Como a manufatura enxuta pode melhor usufruir dos recursos de *business intelligence*.
- VIII. Utilização de Teste-Piloto: Sim. A teoria é testada através de um estudo de caso aplicado numa empresa real.

1.4.3 Resumo da pesquisa

O quadro 1.4 apresenta um resumo geral dos critérios e classificações dos métodos utilizados nesta dissertação:

Critério	Classificação
Natureza	Aplicada
Abordagem	Qualitativa
Objetivo do estudo	Exploratório
Método Científico	Dedutivo
Procedimento Técnico	Estudo de caso
Clareza da Questão de Pesquisa	Sim
Tipo de Questão de Pesquisa	Como
Utilização de Teste-Piloto	Sim

Quadro 1.4 – Resumo dos Métodos Utilizados

1.5 Delimitações

Embora sejam utilizadas metodologias de desenvolvimento e implantação de *data warehouse* (DW) neste trabalho, as mesmas são estudadas e utilizadas como meios para se chegar ao objetivo final. Portanto não é o foco principal deste trabalho:

- Desenvolver ou explorar metodologia de implantação de DW;
- Medir utilização de DW;
- Implantar DW.
- Explorar / Analisar dados do DW
- Gerar cubo de dados para analisar as perdas da manufatura enxuta (ME): a) perda por espera; b) perda por transporte; c) perda no próprio processamento; d) perda por estoque; e) perda por movimentação; f) perda por fabricação de produtos defeituosos.

1.6 Estrutura do trabalho

A dissertação está dividida em seis capítulos.

- O capítulo 1 tem como objetivo a introdução ao trabalho; nele é apresentada a contextualização dos tópicos explorados em manufatura enxuta (ME), *business intelligence* (BI) e modelagem de processo de negócio (MPN). Neste capítulo estão descritos os objetivos, a metodologia de pesquisa e os delimitadores.
- O capítulo 2 fornece a base conceitual necessária para o desenvolvimento e entendimento do trabalho. O capítulo está dividido em três seções, modelagem de processo de negócio (MPN), manufatura enxuta (ME) e *business intelligence* (BI), necessários para o entendimento dos métodos e conceitos utilizados no trabalho.
- O capítulo 3 apresenta uma caracterização do ambiente de estudo em três abordagens. Primeiro, apresenta-se uma visão geral dos dados de produção e exportação da indústria de calçados no Brasil e no mundo; depois, explora-se o funcionamento do modelo da produção de calçados e, por fim, faz-se um levantamento da empresa estudada.
- O capítulo 4 apresenta o desenvolvimento da aplicação; nele são demonstrados os requisitos de negócio gerados a partir dos sete grupos de perdas da ME. Também é apresentado o projeto de DW passo a passo desde o levantamento das origens, à carga de dados e à exploração através de modelo OLAP.
- O capítulo 5 apresenta os resultados da carga dos dados coletados na empresa estudada numa aplicação de *business intelligence* (BI). Os aspectos analisados na experimentação são relacionados à carga e exploração dos dados, com o objetivo conclusivo de demonstrar a viabilidade de aplicações desse tipo.
- O capítulo 6 apresenta a conclusão do trabalho, pontos positivos e negativos e indicação para complementos futuros.

2 BASE CONCEITUAL

2.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar uma revisão bibliográfica sobre os assuntos abordados no trabalho: Manufatura Enxuta (ME), *Business Intelligence* (BI), Modelagem de Processo de Negócio / *Business Process Management* (BPM). A revisão é apresentada em quatro seções buscando suprir a necessidade conceitual para o desenvolvimento e entendimento das práticas utilizadas ao longo do projeto.

Inicialmente, na seção 2.2 é apresentada uma revisão da manufatura enxuta (ME). Para entender melhor os conceitos de ME, antes, é apresentada uma caracterização da produção em massa através do entendimento e classificação de seus paradigmas. Então, em seguida é explorada uma revisão de ME focada nos sete grupos de redução de custos e caracterização da manufatura enxuta (ME).

Na segunda seção 2.3 Tecnologia da Informação e *Business Intelligence*. Apresentamos uma visão geral dos conceitos de BI. Sempre buscando o objetivo de fornecer conhecimentos para as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do trabalho final.

Na última seção 2.4 Modelagem de Processo de Negócio (MPN) é apresentada uma rápida revisão de modelagem de negócio. Os principais *frameworks* disponíveis são referenciados. Em seguida é explorada a família ARIS de *frameworks* para MPN.

2.2 Manufatura Enxuta: Características e Estrutura

2.2.1 Introdução

O termo Manufatura Enxuta (ME) é originalmente chamado de *Lean Production* que por sua vez, conforme Ghinato (2000) é na verdade um termo genérico para definir *Toyota Production System* (TPS). Nesta dissertação utilizamos o termo Manufatura Enxuta (ME).

O seu desenvolvimento ocorreu no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Com economia japonesa devastada, os visionários Eiji Toyoda e Taiichi Ohno da fabricante automobilística Toyota buscaram uma alternativa ao modelo americano de produzir carros, popularmente conhecido como fordismo e também chamado de modelo de produção em massa ou manufatura em massa (MM).

Para o aprofundamento destes assuntos MM e ME apresentados até aqui sob formato introdutório, a subseção 2.2.2 a seguir apresenta uma caracterização da manufatura

em massa. Depois, nas subseções seguintes são apresentados especificamente os principais conceitos da ME.

2.2.2 Caracterização da Manufatura em Massa

Tudo foi iniciado por Henry Ford no início do século XX com a sobreposição da manufatura artesanal pela manufatura em massa. Desta época até os dias atuais, os modelos de produção passaram por uma série de evoluções, inclusive a manufatura em massa. O quadro 2.1 apresenta uma evolução histórica dos paradigmas de sistemas de manufatura.

Tipo	Características	Ano
Manufatura Artesanal	1-Força de trabalho altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento. 2-Organização extremamente descentralizada, ainda que concentrada numa só cidade. 3-Emprego de máquinas de uso geral. 4-Volume de produção baixíssimo. Fonte: Womack, Jones e Roos (1992, p.12)	Antes do Século XX por artesãos
Manufatura em Massa	1-Força de trabalho altamente especializada. 2-Organização centralizada. 3-Emprego de máquinas de uso específico. 4-Alto volume de produção. Fonte: Womack, Jones e Roos (1992, p. 18-26)	Início do Século XX por Henry Ford
Manufatura Enxuta	1-Eliminações de desperdícios e retrabalhos; 2- <i>Set-up</i> rápido de máquina com objetivo de diminuição do tamanho de lote e fornecer mais variedade de produtos ao cliente. 3-Foco na melhoria contínua do trabalho	1950 por Toyota Motors
Produção Focada	Foco em objetivos específicos e configuração das decisões conforme os seus objetivos.	1974 por Skinner
Manufatura de Classe Mundial	1-Melhoria na capacidade e nas competências da força de trabalho; 2-Competência técnica e gerencial; 3-Competição através da qualidade; 4-Participação e envolvimento da força de trabalho; 5-Desenvolvimento de máquinas únicas com ênfase na manutenção; 6- Melhoria contínua incremental	1984 por Hayes e Wheelwright
Manufatura Responsiva ou Baseada no Tempo	Ênfase na redução do tempo de desenvolvimento do produto e do tempo de produção como fatores vitais para o aumento da competitividade.	1990 por Stalk e Hout
Customização em Massa	Habilidade de fornecer produtos projetados individualmente para cada consumidor através de altíssima agilidade, flexibilidade no processo e integração, a um custo perto dos itens feitos pela manufatura em massa	1987 por Davis
Manufatura Ágil	Responder á mudanças inesperadas de maneira correta e no tempo devido e saber explorar essas mudanças, entendendo como oportunidade e meio lucrativo	1991 por Goldman <i>et al</i> ,

Quadro 2.1 – Evolução dos Paradigmas de Sistemas de Manufatura

Para classificar de uma forma unificada os paradigmas de sistema de manufatura apresentados no quadro 2.1 e outros que aparecerem, Godinho Filho (2004, p.23) apresenta o termo Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM). Nas palavras do autor “Esse termo busca tratar de forma conjunta e integrada os novos paradigmas dentro

da moderna literatura de gestão da produção através da criação de uma conceituação e de elementos-chave (direcionadores, objetivos de desempenho, princípios e capacitadores) (GODINHO FILHO, 2004, p.23)”, segue a definição dos elementos-chave:

- Os direcionadores: são as condições do mercado que possibilitam ou requerem ou facilitam a implementação de determinada PEGEM;
- Os objetivos de desempenho da produção: São os objetivos estratégicos da produção relacionado com a PEGEM.
- Os princípios: são as idéias (ou regras, fundamentos, ensinamentos) que norteiam a empresa na adoção de uma PEGEM. Os princípios representam “o que” deve ser feito para atingir os objetivos de desempenho da produção.
- Os capacitadores: são as ferramentas, tecnologias e metodologias que devem ser implementadas. Os capacitadores representam “o como” seguir os princípios, alcançando-se desta forma excelentes resultados com relação aos objetivos de desempenho.

O trabalho de Godinho Filho (2004) apresenta um maior detalhamento desses quatro elementos-chave aplicados para configurar cinco PEGEMs: Manufatura em Massa Atual (MMA), Manufatura Enxuta (ME), Manufatura Responsiva (MR), Customização em Massa (CM) e Manufatura Ágil (MA). É importante destacar que o mesmo autor classifica o termo Manufatura em Massa (MM) em Manufatura em Massa Precedente (MMP) e Manufatura em Massa Atual (MMA). O termo MMP é utilizado para denominar um paradigma mais antigo da Manufatura em Massa (MM) e assim permite tratá-lo como um paradigma obsoleto para o mundo atual.

A figura 2.1 apresenta a configuração dos quatro elementos chave para o paradigma MMA. Os elementos chave foram configurados com base no resultado de um estudo de caso em uma empresa de calçados. Conforme o autor Godinho Filho (2004), ainda é possível encontrar fonte de competitividade e lucro com a utilização do paradigma da Manufatura em Massa Atual (MMA).

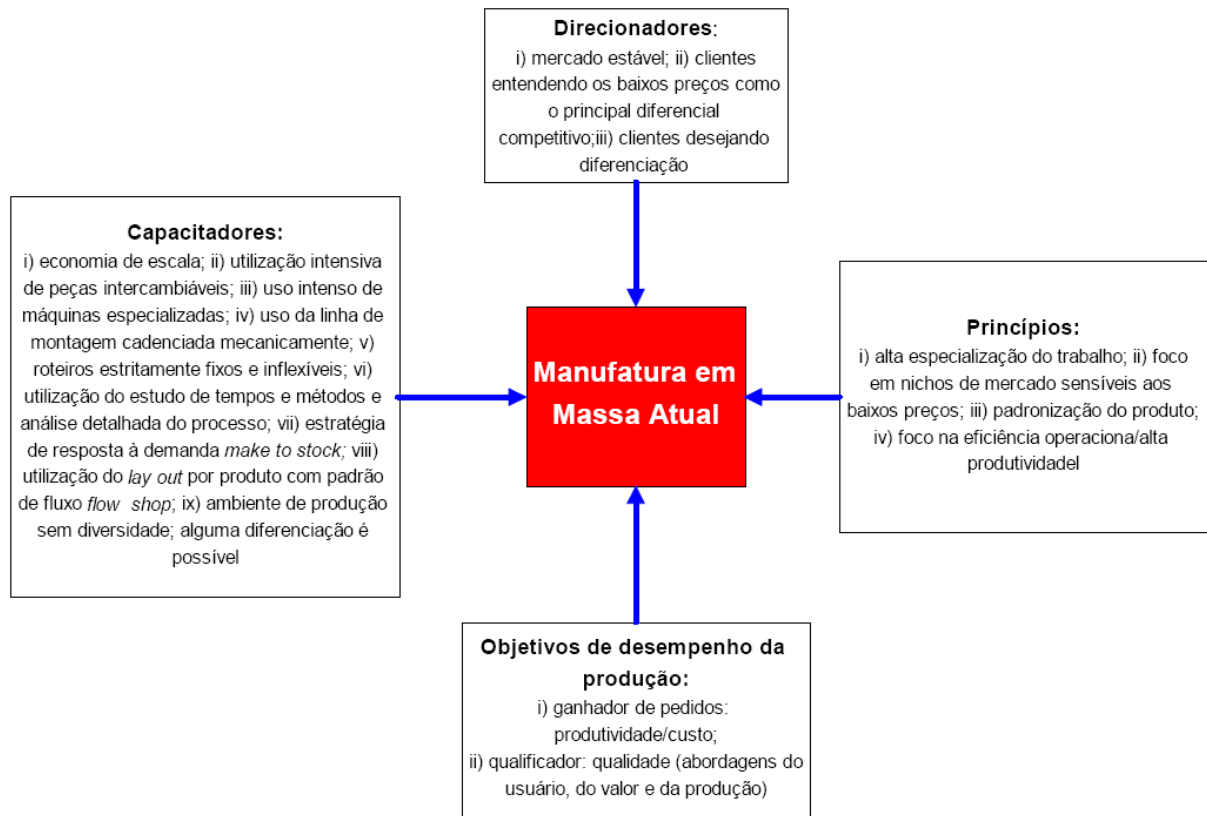


Figura 2.1 - Configuração dos Quatro Elementos Chave da Manufatura em Massa Atual
Fonte: Godinho Filho (2004)

Na figura 2.1 é possível verificar que quanto ao elemento direcionadores é um paradigma preparado para um tipo de mercado estável e os clientes entendendo baixos preços como o principal diferencial competitivo, mesmo que esses clientes desejam alguma diferenciação ou personalização. Quanto aos princípios é possível observar a alta especialização do trabalho, o foco em nichos de mercado sensíveis aos baixos preços e padronização do produto com foco na eficiência operacional / alta produtividade. Quanto aos objetivos de desempenho da produção, o fator ganhador de pedido é a produtividade / custo e o qualificador é a qualidade com abordagem do usuário, do valor e da produção. Quanto aos capacitadores verifica-se a economia de escala, utilização intensiva de peças intercambiáveis, uso intenso de máquinas especializadas, uso da linha de montagem cadenciada mecanicamente, roteiros estritamente fixos e inflexíveis, utilização de tempos e métodos e análise do processo, estratégia de resposta à demanda *make-to-stock (MTS)*, utilização do *layout* por produto, com padrão de *flow shop*, ambiente sem diversidade; mas alguma diferenciação é possível.

2.2.3 Manufatura Enxuta e a redução de desperdícios

Diferente da manufatura em massa (MM) qual verificamos na seção anterior, conforme Monden (1994) na manufatura enxuta (ME) o último propósito é a produtividade, mas não quer dizer que produtividade não seja meta, ela é resultado de todas as demais metas do sistema.

Segundo Ghinato (2000), a essência do Sistema Toyota de Produção é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda, conhecido na Toyota como “princípio do não-custo”. Este princípio baseia-se na crença de que a tradicional equação $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$ deve ser substituída por $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$.

Segundo Monden (1994) o Sistema de Produção da Toyota é um método racional de fabricar produtos pela completa eliminação de elementos desnecessários na produção, com o propósito de reduzir custos.

Em poucas linhas escritas, já é possível observar que a redução de desperdícios é a principal característica da manufatura enxuta (ME). Portanto, Ohno (1997) o grande idealizador da manufatura enxuta (ME), propõe que as perdas no sistema produtivo sejam classificadas em sete grandes grupos. a) perda por superprodução de quantidade e antecipada; b) perda por espera; c) perda por transporte; d) perda no próprio processamento; e) perda por estoque; f) perda por movimentação; g) perda por fabricação de produtos defeituosos.

- a. Perda por Superprodução. Essa é considerada a principal das perdas, pois ela esconde outras perdas, e por isso se torna a mais difícil de ser eliminada. Existem dois tipos de perdas por superprodução:

- (i) Perda por produzir mais ou superprodução por quantidade. É a perda por produzir peças ou produtos, além do volume programado ou requerido no estoque. Este é um tipo de perda inadmissível sob qualquer hipótese e deve ser eliminado.
- (ii) Perda por produzir antes ou superprodução por antecipação. É a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, ou seja, as peças ou produtos fabricados ficarão estocados aguardando a ocasião de serem consumidas ou processadas por etapas posteriores. Segundo Ghinato (2000) esta é a perda que deve ser a mais perseguida, para ser eliminada.

- b. Perda por Espera. O desperdício por tempo de espera origina-se quando, em um intervalo de tempo, nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. O lote fica parado esperando sinal verde para seguir em frente no fluxo de produção. Podemos destacar basicamente três tipos de perda por espera:
- (i) Perda por Espera no Processo: o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos, e/ou, operador estejam disponíveis para o início da operação (processamento, inspeção ou transporte);
 - (ii) Perda por Espera do Lote: ocorre quando uma peça ou componente de um lote é submetido a uma espera, até que todas as peças do lote tenham sido processadas, para então, ela seguir o próximo passo ou operação. Esta perda ocorre, por exemplo, quando um lote de 1000 peças está sendo processado e a primeira, após ser processada, fica esperando as outras 999 passarem pela máquina para poder seguir no fluxo com o lote completo. Essa perda é imposta sucessivamente a cada uma das peças do lote. Supondo que o tempo de processamento na máquina M seja de 10 segundos, a primeira peça foi obrigada, desnecessariamente, a aguardar pelo lote todo por 2 horas e 47 minutos (999 pçs. x 10 segundos).
 - (iii) Perda por Espera do Operador: é a ociosidade gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina, de forma a acompanhar/monitorar o processamento do início ao fim, ou devido ao desbalanceamento de operações.
- c. Perda por Transporte. O transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é, no limite, a sua completa eliminação. A eliminação, ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos, pois em geral, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item. As melhorias mais significativas em termos de redução das perdas por transporte são aquelas aplicadas ao processo de transporte, e obtidas através de alterações de *lay-out* que dispensam, ou eliminam, as movimentações de material. Cabe ressaltar que,

somente depois de esgotadas as possibilidades de melhorias no processo, é que as melhorias nas operações de transporte, devem ser introduzidas. É o caso da aplicação, por exemplo, de esteiras rolantes, transportadores aéreos, braços mecânicos, talhas, pontes rolantes, etc.

- d. Perda no próprio processamento. São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço. Podem ainda ser classificadas como perdas no próprio processamento,; situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal. Exemplos: a baixa velocidade de injetar de uma injetora de solado, por força de problemas de ajuste da máquina ou manutenção; o número de peças estampadas em uma pele de couro menor do que o máximo possível, devido a um projeto inadequado de aproveitamento de material.
- e. Perda por Estoque é a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. É uma grande barreira no combate às perdas por estoque, pois oferece um conforto, aliviando problemas de sincronia entre os processos. No ocidente, os estoques são encarados como um “mal necessário”. O Sistema Toyota de Produção utiliza a estratégia de diminuição gradativa dos estoques intermediários como uma forma de identificar outros problemas no sistema, escondidos por trás dos mesmos.
- f. Perda por Movimentação. As perdas por movimentação estão relacionadas com os movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. Esse tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos. Tipicamente a racionalização dos movimentos nas operações é obtida também através da mecanização de operações, transferindo para a máquina atividades manuais realizadas pelo operador. Contudo, vale alertar, que a introdução de melhorias nas operações via mecanização é recomendado somente após terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário, além de eventuais mudanças nas rotinas das operações.

- g. Perda por Fabricação de Produtos Defeituosos é o resultado da geração de produtos que apresentam alguma alteração de especificação ou padrão estabelecido de qualidade e, por esta razão, não satisfaz aos requisitos necessários para uso. No Sistema Toyota de Produção, a eliminação das perdas por fabricação de produtos defeituosos depende da aplicação sistemática de métodos de controle na fonte, ou seja, junto à causa-raiz do defeito.

2.2.4 Manufatura Enxuta e a sua estrutura

Na subseção anterior falamos sobre a eliminação de perdas como elemento fundamental na manufatura enxuta (ME). Conforme Ohno (1997) a idéia básica deste sistema é produzir os tipos de unidades necessárias no tempo necessário e na quantidade necessária. A realização deste conceito elimina automaticamente uma série de desperdícios como inventários intermediários desnecessários, estoque de produtos acabados e outros.

Embora a redução de custos seja a meta mais importante do sistema ME, conforme Monden (1994) para ele alcançar o seu objetivo original, outras três submetas: controle de quantidade, qualidade assegurada e respeito á condição humana devem ser alcançadas. Na verdade, existe toda uma estrutura sofisticada para suportar a manufatura enxuta (ME), esta estrutura esta ilustrada na figura 2.2 através de um diagrama inter-relacionado.

Podemos verificar no topo da figura 2.2 o objetivo final do sistema na caixa com o processo “Aumento dos lucros sobre crescimento econômico lento” que por sua vez é obtido através do processo “Redução de custos pela eliminação de perdas” e do “Aumento de receita” e assim cada meta se desdobra em outra ou outras metas até chegar na base “Melhorias das Atividades por pequenos grupos”. É importante destacar que as saídas ou resultados são caracterizados em três grupos: custo, qualidade e humanidade. Essas características estão demonstradas na figura 2.2 através dos fluxos que chegam até o topo, no objetivo final.

Conforme Monden (1994) os dois conceitos chaves Just in Time (JIT) e Automação ou (*Jidoka* em japonês) são o suporte para a manufatura enxuta, eles permitem um fluxo contínuo de produção ou adaptação as mudanças de demanda em quantidade e variedade. Também se pode entender conforme Ohno (1997, p. 91), o “*Just In Time* (JIT) e a Automação/*Jidoka* são os dois pilares do sistema de Manufatura Enxuta (ME)”.

a) O pilar *Just-In-Time*:

A proposta do “*Just-In-Time* (JIT)” é a de que os processos devem ser supridos com os itens corretos, no momento correto, na quantidade correta e no local correto. O sistema Kanban é a ferramenta que suporta esses processos JIT, como ilustrado na figura 2.2 o JIT é o processo “Produção no tempo exato” que por sua vez é suportado pelo processo “Sistema Kanban”.

O Kanban é um sistema de informação para controlar harmoniosamente a quantidade de produção em todos os processos. Conforme Monden (1994) para a implantação do kanban são necessários vários outros pré-requisitos, como por exemplo projeto de processo, padronização das operações, regulagem da produção. Na verdade esses pré-requisitos estão ilustrados na figura 2.2 começando pelo processo “Produção sincronizada” e a “Qualidade Assegurada”, vamos detalhá-los mais a frente.

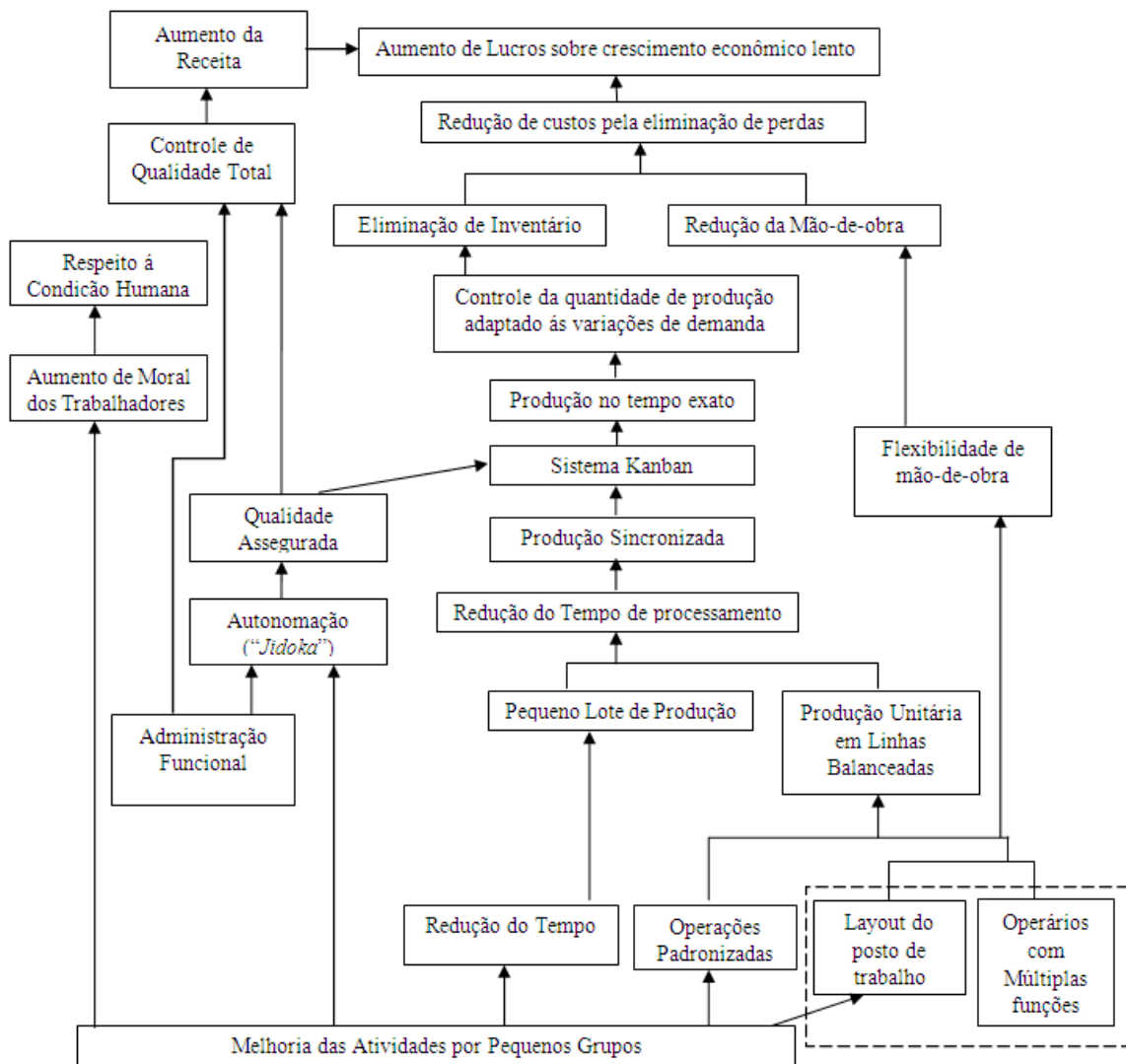


Figura 2.2 - Custo, Quantidade, Qualidade e Mão-de-obra: Melhorias da Manufatura Enxuta
Fonte: Monden (1994)

O fluxo contínuo colocado no início como sendo suportado pelo Kanban / JIT e a automação têm como objetivo a redução do *lead time* para eliminar perda por estoque e perda por espera, processo ilustrado na figura como “redução do tempo de processamento”, com isso exige-se uma redução gradual do tamanho de lote produtivo, buscando o tamanho de lote unitário. A sua implementação exige uma reorganização do *layout* fabril funcional, ou por processo, para o *layout* celular. No *layout* funcional, as máquinas/recursos são agrupadas por processos, exemplo: corte, costura. No *layout* celular as máquinas/recursos são agrupadas por processos e famílias de produto, exemplo: corte sandália 1, corte sapato 2, costura sandália 1, costura sapato 2. Na figura 2.2 podemos ver esses processos em “layout de posto de trabalho”, “produção unitária em linhas balanceadas”

A padronização dos trabalhos é um estudo para eliminar perdas através da melhoria de eficiência. Para isso, busca-se padronizar elementos do trabalho com valor agregado. A definição do nível mínimo de estoque em processamento e o balanceamento entre os processos também são objetivos da padronização das operações. Os parâmetros utilizados para padronização são: o *takt time* ou ciclo de tempo, a rotina-padrão de operações e a quantidade-padrão de inventário em processamento:

- (i) Ciclo de tempo ou *takt time* é um número padrão especificado de minutos e segundos em que cada linha deve produzir um produto ou uma peça. Este tempo é dado pelas duas fórmulas a seguir:

$$\text{Produção necessária por dia} = \frac{\text{Produção necessária por mês}}{\text{Dias de operação por mês}}$$

$$\text{Ciclo de Tempo/ } \textit{takt time} = \frac{\text{Horas de operação por dia}}{\text{Produção necessária por dia}}$$

- (ii) A rotina-padrão de operações é um conjunto de operações executadas por um operador em uma seqüência determinada, permitindo-lhe repetir o ciclo de forma consistente ao longo do tempo. A determinação de uma rotina-padrão de operações evita que cada operador execute aleatoriamente os passos de um determinado processo, reduzindo as flutuações de seus respectivos tempos de ciclo, permitindo que cada rotina seja executada dentro do *takt time* de forma a atender a demanda.
- (iii) A quantidade-padrão de inventário em processamento é a quantidade mínima necessária para manter o fluxo constante e nivelado de peças em circulação na produção. Este nível pode variar de acordo com os diferentes *layouts* de máquina e rotinas de operações. Se a rotina de operações segue

na mesma ordem do fluxo do processo, é necessária somente uma peça em processamento em cada máquina, não sendo necessário manter qualquer estoque entre as máquinas. Se a rotina é executada em direção oposta à seqüência de processamento, é necessário manter no mínimo uma peça entre as operações.

b) O pilar Autonomia / Jidoka:

Como já observado, a autonomia / *Jidoka* compõe o segundo pilar de sustentação da Manufatura Enxuta. É um conceito de autonomia sobre defeitos, um método que permite ao operador, ou a máquina, a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade. Seu conjunto é um sistema visual que permite ao operador, aos colegas e ao ambiente, a visualização de um problema, imediatamente após sua ocorrência. O objetivo principal é bloquear a ocorrência e a disseminação de defeitos, e assim, eliminar as anormalidades no processamento e fluxo produtivo. As duas técnicas apresentadas a seguir são muito utilizadas na implementação Jidoka:

- I. Separação do homem e a máquina: É uma proposta que exige da máquina a capacidade de detectar qualquer anormalidade e parar imediatamente. Na realidade, a separação ocorre entre a percepção do problema e a sua solução. A percepção pode ser feita a partir de um sensor instalado na máquina, no que se constitui uma correção técnica, enquanto a eliminação do problema continua sendo uma solução humana. Essa proposta também permite que o trabalhador opere mais de uma máquina simultaneamente.
- II. *Poka-Yoke ou foolproof*: é um dispositivo associado a uma operação com objetivo de detectar anormalidades e impedir a execução irregular de uma atividade. Ele é um meio de isolar a execução da operação de possíveis interferências. Pode-se concluir que *poka-yoke* é uma forma de viabilizar a prática da autonomia através da separação do homem e a máquina.

c) O conceito Melhoria Contínua / Kaizen:

Kaizen é uma filosofia de melhoria contínua com o objetivo de eliminar perdas. O processo “melhoria das atividades por pequenos grupos” ilustrado na figura 2.2 representa este conceito. É um pensamento contínuo para melhoria do processo/produto com um mínimo de investimento.

2.2.5 Comparação da Manufatura Enxuta e Manufatura em Massa Atual com Base nos Quatro Elementos Chave

O quadro 2.2 apresenta uma configuração dos quatro elementos chaves de Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM) para Manufatura Enxuta (ME) e Manufatura em Massa Atual (MMA).

	Manufatura em Massa Atual	Manufatura Enxuta
Direcionadores	Mercado estável. Os clientes entendem o baixo preço como principal diferencial competitivo. Clientes desejando diferenciação	Mercado estável. Os clientes desejando qualidade, baixos custos e diferenciação de produto
Princípios	Alta especialização do trabalho Foco em nichos de mercado sensíveis aos baixos preços Padronização do produto Foco na eficiência operacional/alta produtividade	Determinar o valor para o cliente. Identificar a cadeia de valor. Trabalho em fluxo/ simplificação do fluxo. Produção puxada. Busca da perfeição e foco na qualidade. Manter o ambiente de trabalho limpo organizado e seguro. Fornecer aos clientes ampla variação de produtos e pouca diversidade. Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos. gerenciamento visual. Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto.
Objetivos de Desempenho da Produção	Ganhador de Pedidos: Produtividade /Custo Qualificador: qualidade (abordagem do usuário, do valor e da produção)	Ganhador de Pedidos: Qualidade.. Qualificador: Produtividade e variedade.
Capacitadores	Economia de escala. Utilização intensiva de peças intercambiáveis. Uso intensivo de máquinas especializadas. Uso da linha de montagem cadenciada mecanicamente. Roteiros estritamente fixos e inflexíveis. Utilização de tempos e métodos e análise do processo. Estratégia de resposta à demanda <i>make-to- stock</i> Utilização do <i>lay-out</i> por produto, com padrão de fluxo <i>flow shop</i> . Ambiente sem diversidade; alguma diferenciação é possível	Mapeamento do fluxo de valor. Melhorar relação com fornecedores. Recebimento <i>Just in Time</i> . Tecnologia de grupo, <i>lay-out</i> celular com padrão de fluxo <i>flow-shop</i> . Trabalho em fluxo contínuo e redução de tamanho do lote. Trabalhar de acordo com o <i>takt time</i> . Utilização do <i>Kanban</i> . Manutenção produtiva total. Baixos tempos de setup. <i>Kaizen</i> . Ferramentas de controle da qualidade /Zero defeito. Ferramentas <i>Poka-Yoke</i> . Trabalho em equipe. Trabalhador multi-habilitado com rodízio de funções. Comprometimento dos trabalhadores e da alta gerência Utilização de gráficos de controle visuais / medidas de desempenho. Ferramentas para projeto enxuto. Trabalhar com sistema de produção com alta repetitividade, porém com alta diferenciação de produtos. Trabalhar com estratégias de resposta à demanda <i>make-to-stock</i> , <i>assembly-to-order</i> e <i>make-to-order</i>

Quadro 2.2 –Comparação dos Paradigmas Produção em Massa Atual x Manufatura Enxuta
Fonte: Montagem de Godinho Filho (2004)

Como se pode observar no quadro 2.2, os paradigmas de produção Manufatura Enxuta (ME) e Manufatura em Massa Atual são completamente diferentes. O único elemento

chave que possui alguma semelhança são os direcionadores, onde o mercado deve ser estável para ambos os paradigmas responderem satisfatoriamente. Mesmo em direcionadores existe diferença com relação aos clientes. A ME é mais bem preparada para os clientes que desejam qualidade, baixos custos e diferenciação de produto. A MMA é mais bem preparada para os clientes que buscam o baixo preço como principal diferencial competitivo e que desejam diferenciação.

2.2.6 *Lean Office*

Tradicionalmente os conceitos de ME são aplicados em processos produtivos e lembram muito o chão de fábrica, mas ultimamente novos horizontes vêm se abrindo quanto à aplicabilidade de seus conceitos, como o caso de processos administrativos ou *lean office*.

Na verdade, quando verificamos os processos administrativos e fazemos um paralelo aos produtivos e aplicamos conceito de ME, não é difícil encontrar semelhanças e grau de generalização. Conforme Herzog (2003) no escritório os desperdícios se apresentam menos visuais e por isso menos percebidos. Mas, se tornam perceptíveis quando se fazem as perguntas: Onde estão os estoques? Nos relatórios parados à espera de análise. Onde estão os defeitos? Nos registros incorretos de dados e no retrabalho para serem corrigidos.

Conforme Scuccuglia e Lima (2004, p. 3569), nos processos administrativos encontram-se os seguintes desperdícios:

1. Superprodução: tratar informação antes, mais rápida ou em maior; quantidade que o requerido pelo processo seguinte;
2. Espera: informação aguardando algum processo;
3. Transferências: movimentação entre diferentes bases de dados;
4. Movimento: deslocamento desnecessário de pessoas entre áreas da empresa;
5. Processamento excessivo: redigitação, sistemas duplicados, geração de informação sem utilidade;
6. Estoque: informação parada sem ninguém atuar;
7. Defeitos: correções, retrabalhos, atrasos;
8. Comportamentos: barreiras à comunicação, a falta de colaboração.

Observa-se na figura 2.3 a seguir, um exemplo de mapeamento de fluxo de valor de um processo administrativo. Olhando a figura em si, não é possível classificá-lo como não sendo chão de fábrica.

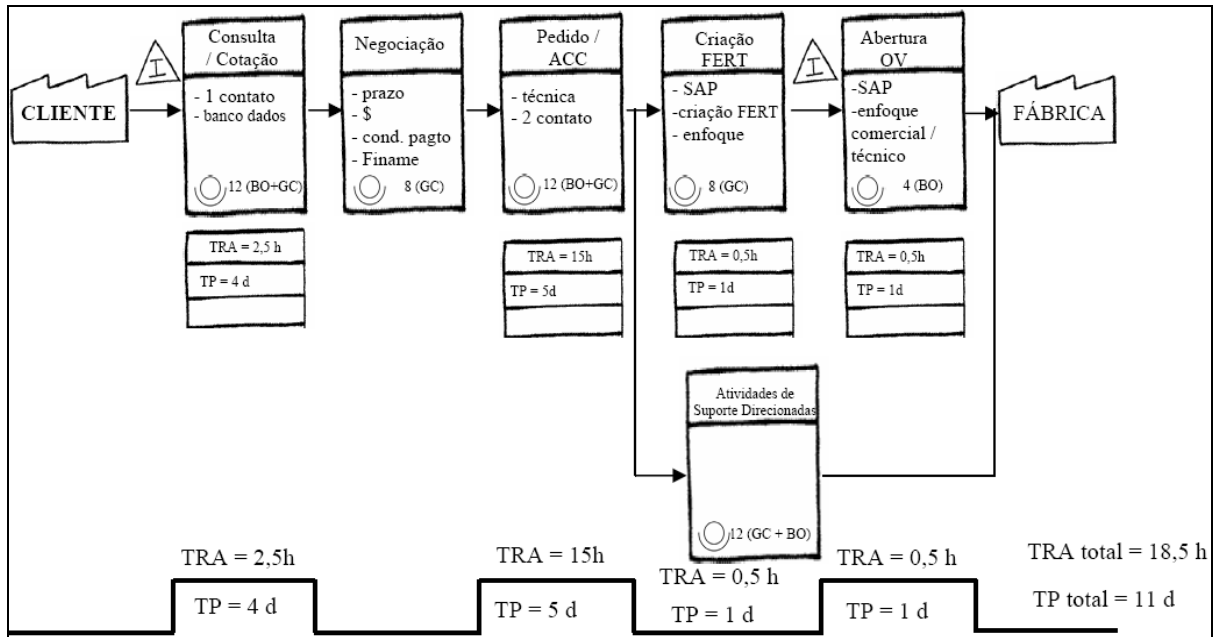


Figura 2.3– Mapa Fluxo de Valor de Processo Administrativo
Fonte: Scuccuglia e Lima (2004, p.3570)

Uma forma usual de tratar a informação como produto tornou os processos de negócio similares. É possível encontrar na literatura publicações em *Lean Office* como os trabalhos de Turati (2007) na aplicação de *Lean Office* no Setor Público e Giannini (2007) na aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços, Scuccuglia (2006) na aplicação do método de produção enxuta em processos administrativos.

2.3 Tecnologia da Informação e *Business Intelligence*

2.3.1 Introdução

Nos últimos tempos, um importante fator de sucesso das empresas tem sido a capacidade de conhecer o comportamento dos processos de negócio, e principalmente obter vantagem competitiva desse conhecimento.

Assim como a robótica vem automatizando os processos, antes executados diretamente pela mão humana, a tecnologia da informação (TI) vem automatizando os controles desses processos. Em ambos os casos, é o homem o dono do método, porém quanto maior o grau de automatização, maior o nível intelectual necessário desse homem para a sua execução. Essas práticas são também chamadas de sistemas de informação e são classificadas, por sua natureza, em dois tipos: operacional ou gerencial. Quando operacional, o foco é o

controle e a execução das atividades, e quando gerencial, o foco é a tomada de decisão, nesse caso então aparece o conceito de Inteligência de Negócio ou *Business Intelligence* (BI).

Perguntas que surgem dentro das empresas com objetivo operacional ou de controle:

- Quantos itens estão no estoque?
- Quantos itens estão em compras?
- Quantos itens estão em produção?

Agora, perguntas com objetivo gerencial ou de tomada de decisão:

- Quais itens, e por que, estão com nível de estoque fora do planejado?
- Qual o nível de estoque a ser planejado para o período?
- Quais famílias de itens e por que estão fora do prazo planejado de compras?
- Quais itens, e por que, estão fora do prazo planejado de produção?

Os sistemas de natureza operacional são chamados de *On-line Transaction Process* (OLTP) ou transacionais, e são responsáveis pela rotina diária das empresas, executando tarefas de controle como exemplo programação da produção, emissão de notas fiscais, movimentação de estoque, etc. Comercialmente esses sistemas são chamados de *Enterprise Resource Planning* (ERP).

A tabela 2.1 mostra as principais diferenças de sistemas analíticos e sistemas operacionais:

Características	Sistemas	
	Operacionais	Analíticos
Estabilidade dos dados	Voláteis	Estáveis
Atualização	Constante, dados diários e em tempo real.	Não há alterações, somente inclusões. Realiza atualizações periódicas.
Linha de Tempo	Mostram a situação atual.	Mostram os fatos quando ocorreram, como uma foto.
Tempo de Retenção dos dados	Período pré-definido, necessário para manutenção do negócio, p.ex., alguns meses.	Períodos longos para possibilitar análise de tendência. De 5 à 10 anos.

Tabela 2.1– Comparação de Sistemas Analíticos e Operacionais (Continuação)

Disponibilidade do Serviço	Em torno de 20 horas por dia, 6 dias por semana, ou mais.	Em períodos pré-definidos do dia e da semana.
Construção do Banco de dados: Objetivos	Permitir inclusão, alteração e exclusão dos dados.	Armazenar grandes volumes de dados <i>read-only</i> .
	Projetados para gerar relatórios pré-definidos.	Projetado para gerar relatórios Iterativos de natureza <i>ad-hoc</i> .
	Dados íntegros.	Dados redundantes.
	Foco na agilidade, no processamento.	Foco na qualidade das informações.
Exemplo	Ordem de fabricação de determinado produto.	Rejeição de processo de determinado produto em determinado período.

Tabela 2.1– Comparação de Sistemas Analíticos e Operacionais
Fonte: Fortulan (2006, p. 60)

Os sistemas de natureza gerencial são classificados pela TI como sistemas analíticos, e são responsáveis por fornecer informações úteis para algum tipo de análise comparativa e tomada de decisão. Comercialmente esses sistemas são chamados *Business Intelligence* (BI). No processo de BI, a situação do negócio é medida através do uso de indicadores de desempenho ou *Key Performance Indicators* (KPI).

Assim como o termo ERP está para sistemas operacionais, o termo BI representa uma evolução, ou junção, de várias nomenclaturas e conceitos dos sistemas analíticos. Conforme Fortulan (2006, p.63), “nos anos 70, surgiram os *Management Information System* (MIS), que evoluíram nos anos 80 para os *Executive Information System* (EIS) e *Decision Support System* (DSS), que por sua vez nos anos 90, evoluíram para o *Business Intelligence* (BI)”¹.

Na verdade, o termo BI não representa um novo conceito ou substituição de algum tipo de sistema anterior, mas uma evolução, e principalmente, uma nomenclatura comercial, que abrange toda a família de sistemas analíticos. Conforme Brandão (2007, p. 1) “o termo BI deveria significar *Business Information* e não *Business Intelligence*”. O autor argumenta que o BI age, na prática, como um elemento que viabiliza a liberdade analítica ao tomador de decisão, pois, o mesmo, não fica totalmente dependente dos profissionais de TI

¹ Mais detalhes do histórico dos sistemas que antecederam BI são encontrados em Laudon e Laudon (1999); Bispo (1998) e Inmon (2002).

para gerar os relatórios que contenham informações importantes para alavancar as decisões da empresa.

A Figura 2.4, a seguir, apresenta os sistemas de informação em uma estrutura hierárquica. A figura tem o objetivo de apresentar uma visão geral de nomenclaturas e de integração dos sistemas de informação.

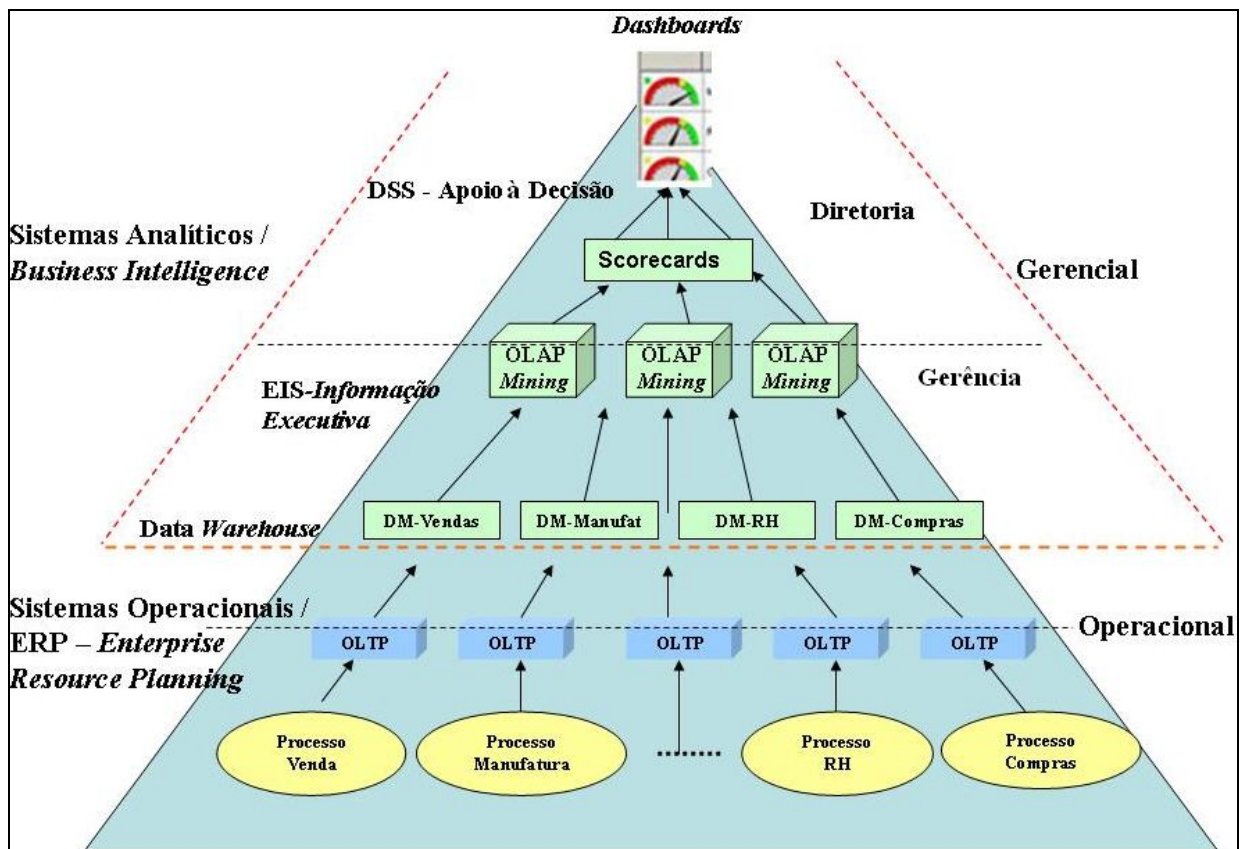


Figura 2.4- Hierarquia dos Sistemas dentro das Empresas
Fonte: Adaptação e ampliação de Fortulan (2005, p. 64)

Pode-se observar nesse esquema que foi estruturado em formato de pirâmide, e dividido em duas grandes camadas, a de baixo e a de cima: na primeira estão localizados os Sistemas Operacionais (SO) ou *Enterprise Resource Planning* (ERP); que fornece dados para a segunda. Desse modo, os Sistemas Analíticos ou *Business Intelligence* (BI) da camada de cima, subdividem-se em *Data Warehouse* (DW), Sistema de Informação Executiva (EIS) e Sistema de Apoio à Decisão (DSS).

a) Camada dos Sistemas Operacionais, OLTPs ou ERPs.

Na base da figura estão os processos que iniciam o fluxo de informações, como a programação da produção, dentro do processo manufatura ou, a admissão de empregados, dentro do processo RH. Esses tipos de processos são suportados pelos OLTPs, que estão logo

acima na figura, e que também podem ser chamados de SO ou ERP. Fica assim concluída esta parte de sistemas, que é marcada por uma característica operacional fornecedora de dados para a construção de *Data Warehouse (DW)*, *Data Mining* e *Data Mart (DM)* e que serão explorados especificamente nas próximas seções deste trabalho.

b) Camada dos Sistemas Analíticos ou *Business Intelligence*

Na parte superior da Figura 2.4 estão os Sistemas Analíticos ou *Business Intelligence (BI)*, que possuem um foco no suporte para a tomada de decisão e outras características gerenciais. Quanto mais próximas do topo da pirâmide, maior a incidência na tomada de decisão. Os usuários destes sistemas dentro das empresas são respectivamente de nível gerencial e diretoria.

Esta camada é formada por várias ferramentas de BI, como descrito na Figura 2.4 de baixo para cima: *Data Warehouse*, *Data Mart*, *Data Mining*, *OLAP*, *EIS*, *DSS*, *Scorecards* e *Dashboards*. As ferramentas são dependentes e formam uma seqüência de subcamadas integradas, onde a *dashboard* é a sumarização do *scorecard*, que por sua vez, é resultado de OLAP, e este explora os dados guardados no DW. Nas seções abaixo serão discutidas essas ferramentas individualmente.

2.3.2 Histórico de *Data Warehouse*.

O nome *Data Warehouse (DW)* foi dado por William H. Inmon, e implementado pela empresa IBM, sem muito sucesso, na década de 60 como *Information Warehouse*.

Para Inmon (2002, p.31), “o DW é uma coleção de dados, orientada por assuntos, integrada, variante no tempo e não volátil, que tem por objetivo dar suporte aos processos de tomada de decisão”. Segundo Serra (2002, p.140), “o DW é um banco de dados voltado para suporte à decisão de usuários finais, derivado de diversos outros bancos de dados operacionais”. Desta maneira, deve-se ter em conta que, o modelo DW tornou-se mais efetivo a partir dos anos 90, com o surgimento de novas tecnologias de processamento e armazenagem de dados, e com o amadurecimento de conceitos desenvolvidos pelo próprio Inmon e por outros autores, a exemplo de Ralph Kimball, que têm contribuído de maneira intensiva na última década.

2.3.3 Componentes de um *Data Warehouse*

Kimball (2002) apresenta na Figura 2.5, os elementos básicos de um DW, que é composto por quatro componentes distintos no ambiente de DW, assim distribuídos: a) Sistemas Operacionais de Origem; b) *Data Staging Area*; c) Área de Apresentação de Dados e d) Ferramentas de Acesso a dados.

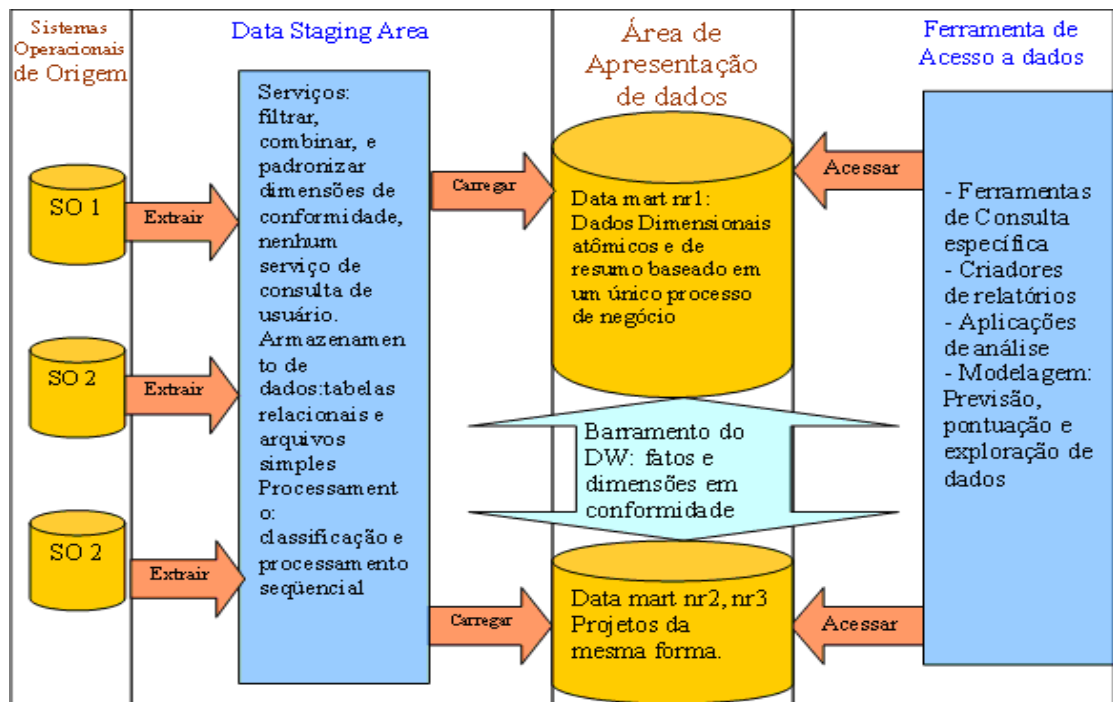


Figura 2.5- Elementos básicos de um DW
Fonte: Kimball (2002, p. 9)

A figura 2.5, além de apresentar os componentes básicos de um DW, também traz um tipo de arquitetura chamada de barramento do DW. Na seção 2.3.4 serão discutidos outros tipos de arquitetura de *data warehouse*.

a) Sistemas operacionais de Origem

Conforme já apresentado anteriormente na Figura 2.4, os SO também são chamados de ERP ou OLTP. Segundo Kimball (2002, p. 9), “os SO capturam as transações da empresa e devem ser considerados externos ao DW”.

b) *Data Staging Area* ou ETL

O *Data Staging Area* (DSA) é tanto uma área de armazenamento, como um conjunto de processos denominado *Extract Transformation Load* (ETL). A DSA é tudo o que interliga os Sistemas Operacionais de Origem e a Área de Apresentação de Dados.

Conforme Kimball (2002), a DSA é comparada com a cozinha de um restaurante, onde os alimentos crus são transformados em refeições, similarmente no DW, os dados operacionais brutos são transformados em formatos de *data warehouse* prontos para serem acessados.

Alguns autores não usam a classificação descrita por Kimball (2002) para o DSA, preferem nomeá-la como um sistema de integração, e o consideram como sendo uma característica do DW. É importante observar, no entanto, que embora apareça com nomes diferentes, o conceito é praticamente idêntico. Por exemplo, quando Serra (2002, p. 144) afirma que é “por meio da integração, que se chega a uma representação única para os dados de todos os sistemas que formam a base de dados do DW”. Nesse mesmo sentido Kimball (2002, p. 10) considera que a “DSA não deve ser acessível aos usuários e nem oferecer serviço de apresentação e ou consulta aos dados”.

A Tabela 2.2 apresenta um exemplo de ETL com o processo de carga dados de cliente: nome do cliente e código de mercado do cliente, de dois SO distintos, o ERP1 e o ERP2, para uma única tabela destino no DW: Dim_cliente. Também ocorre a padronização do identificador de código de mercado. O dado contido no atributo cliente codigo_mer do ERP2 é alterado de ‘1’ para ‘EX’. Com isso, ambos os clientes AXZ e AZY, passam a ter o mesmo código “EX” para identificar mercado, no caso, a descrição “Externo”, não sofre mudança.

Origens			ETL	Destino		DW
SO	Atributos de Cliente	Dado		Dado	Dim_Cliente	
ERP1	Cad_Cli.Nom_Cliente	AXZ	=	AXZ	Nome_Cliente	
	Cad_Cli.Cod_Mercado	EX	=	EX	Codigo_Mercado	
	Cad_Mer.DesMercado	Externo		Externo	Nome_Mercado	
ERP2	Cliente .Nome_Cli	AZY	=	AZY	Nome_Cliente	
	Cliente .Codigo_Mer	1	1 → “EX”	EX	Codigo_Mercado	
	Merc.Desc_Mer	Externo		Externo	Nome_Mercado	

Tabela 2.2– ETL de cliente: padronização de código de mercado

O processo ETL demonstrado acima é de apenas um passo com duas origens: o SO ERP1 e ERP2. Na prática, um processo ETL completo dependendo do porte e organização, na maioria das vezes, é composto por várias origens, e são necessários vários passos e, até mesmo, seqüência de passos dependentes.

O objetivo final do processo ETL para aplicações de DW é entregar dados em uma, ou várias, tabelas na área de apresentação.

Na realidade, o processo ETL para DW pode ser entendido como uma coleta de dados necessária para alimentar os indicadores, portanto, conforme Takashina (2004), muitos dados de indicadores falham devido à pouca atenção dada ao seu gerenciamento. Neste sentido o quadro 2.3 apresenta uma lista de possíveis transformações que podem ser analisadas e utilizadas de acordo com a conveniência.

Transformação	Quando Utilizar?
Filtro de dados	Quando necessário filtrar/descartar dados. Por exemplo: Carregar dados de uma filial específica.
Correção de erros	Quando existe deficiência ou falha nos dados da Origem. Por exemplo: Sempre que o produto for código XXX mudar para YYY.
Tratamento de elementos ausentes	Caso de ocorrência de faltas de elementos nas tabelas de origem. Por exemplo: Se vendedor nulo para venda, então mover inexistente.
Complementação de dados.	Quando faltam dados na tabela origem. Por exemplo: complemento com dados de planejamento. Tela de entrada de dados para parâmetros.
Atribuição de Chaves	Caso exista mais de uma origem/tabela de mesmo assunto e as chaves se repitam. Por exemplo: Move nome da origem para chave da tabela destino.
Padronização de Unidade de Medida	Caso exista necessidade de converter unidades de medida. Por exemplo: 1 tonelada converter para 1000 quilos.

Quadro 2.3 – Transformações efetuadas no ETL

As possíveis transformações apresentadas no quadro 2.3 podem ser utilizadas para resolver algum problema com a origem dos dados. É importante destacar conforme Takashina (2004) que antes de iniciar a coleta de dados é necessário avaliar a fonte de dados de forma objetiva para poder atender à sua finalidade.

c) Área de Apresentação dos Dados

Conforme Kimball (2002), a área de apresentação dos dados é o local em que os dados ficam organizados, armazenados e disponíveis para serem consultados diretamente pelos usuários. Na área de apresentação os dados não são apresentados para o usuário final, eles estão disponíveis para serem explorados.

Segundo Kimball (2002, p.13) “as tabelas do banco de dados que compõem o DW na área de apresentação são estruturadas no Modelo Dimensional de Dados”. De acordo com Fortulan (2006) o modelo dimensional é composto basicamente por dois tipos de tabelas: as de Fato e as de Dimensão. As primeiras são grandes tabelas centrais, que contêm as ocorrências do negócio e são caracterizadas pelos fatos numéricos, como por exemplo, o valor de vendas, o volume de produção e os defeitos. Já as segundas armazenam as descrições do negócio, como dados sobre o produto (marca, tamanho, categoria, preço), tempo (dia, mês, ano) ou cliente (nome, endereço, classe).

“O *Data Warehouse* é uma série de *Data Marts* (DM) integrados, e um DM é uma parte do todo que compõe a área de apresentação (KIMBALL, 2002, p. 12)”. Logo o DM

representa os dados de um único processo de negócio. A figura 2.6 mostra o modelo dimensional de dados do processo Vendas, ou somente, DM Vendas.

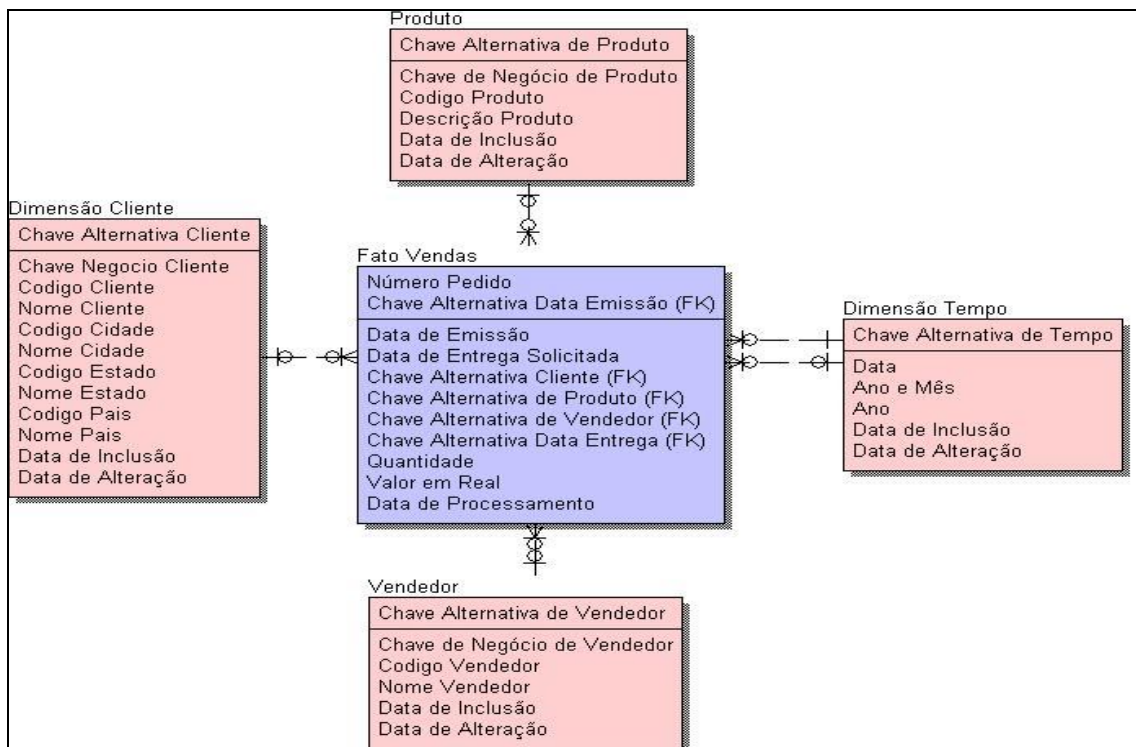


Figura 2.6- Esquema Estrela Fato Vendas Utilizando o Software ERWIN 4.1 Trial

O DM Vendas representado na figura 2.6, também chamado de estrutura de dados *star schema*, ou esquema estrela, é composto por cinco tabelas separadas por tipo dimensão ou fato conforme relacionado abaixo:

- Fato Vendas. Contém os fatos numéricos quantidade e valor em real, e está relacionada com as dimensões através das chaves estrangeiras (FK). A chave primária é composta pelo número pedido e a chave alternativa pela data emissão. O atributo data de processamento guarda a data do registro no banco de dados;
- Dimensão Cliente. Contém os dados descritivos de cliente, cidade, estado e país. Relaciona-se com a tabela Fato Vendas pela chave estrangeira de cliente;
- Dimensão Vendedor. Contém os dados descritivos do vendedor. Relaciona-se com a tabela Fato Vendas pela chave estrangeira de vendedor;
- Dimensão Produto. Contém os dados descritivos de produto. Relaciona-se com a tabela Fato Vendas pela chave estrangeira de produto;

- Dimensão Tempo. Contém os dados descritivos de tempo data (ano/mês/dia), mês (ano/mês) e ano. A chave de relacionamento com a tabela fato é a chave alternativa de tempo com a data de emissão e data de entrega solicitada.

Segundo Serra (2002), a modelagem dimensional, diferentemente da Modelagem Entidade Relacionamento (MER), que tem suas variações com base no relacionamento entre entidades/tabelas, podendo ser: um-para-um (1:1), um-para-muitos (1:n) e muitos-para-muitos (n:n), possui como princípio, o relacionamento das tabelas dimensão com a tabela fato, que constitui os, assim conhecidos, esquemas de estrutura. Esses esquemas variam de acordo com sua estrutura, podendo ser do tipo *star-schema*, *snowflake* e *parent-child*.

É recomendado por Kimball (2002, p. 66) “não ocorrer em *snowflaking* ou normalização”. O mesmo autor também sugere resistir a este impulso, em virtude da existência de facilidade de uso e desempenho; apesar do *snowflaking* ser uma extensão legal no modelo dimensional.

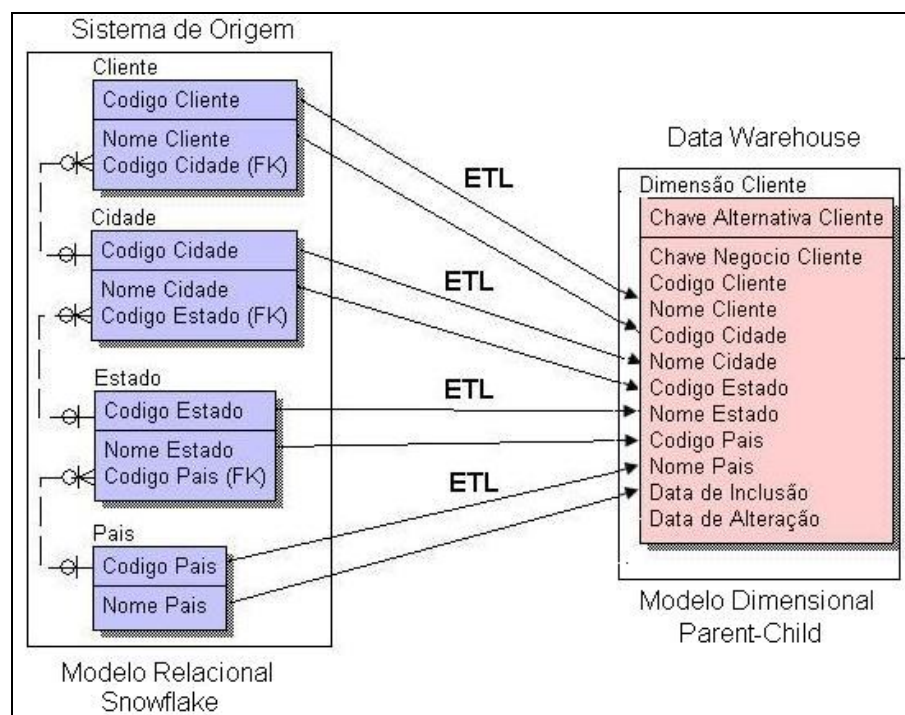


Figura 2.7-Snowflake / parent-child

A figura 2.7 demonstra o processo ETL que transforma o modelo relacional do tipo *snowflake* em *parent-child*, ou seja, a junção das tabelas relacionadas em cascata: País→Estado→Cidade→Cliente em uma tabela chamada Dimensão Cliente. Esse tipo de agrupamento em níveis, que aparece na tabela dimensão, também é comumente chamado de

hierarquia; então se diz que a dimensão cliente possui a hierarquia de cidade, que por sua vez, possui os níveis Cidade, Estado e País.

A tabela Dimensão Cliente da figura 2.7 possui os dados e atributos do modelo origem, exceto os atributos do tipo *Foreign Key* (FK): Código País (FK) da Tabela Estado, Código Estado (FK) da Tabela Cidade e Código Cidade (FK) da Tabela Cliente, pois são exclusivos de relacionamento e, por isso, duplicados no modelo origem. Mas, a tabela Dimensão Cliente, é acrescida dos seguintes atributos:

- Data de Inclusão. Guarda a data de inclusão do cliente no DW;
- Data de Alteração. Guarda a data da última alteração do cliente;
- Chave Alternativa Cliente. Também conhecida como *Surrogate Key* (SK). É a chave primária da tabela dimensão cliente. É um seqüencial numérico inteiro, que a cada novo cliente é incrementado;
- Chave de Negócio Cliente. Nomeada de *Business Key* (BK). É a chave utilizada para gerar e/ou encontrar a SK. Embora no modelo receba o mesmo dado de Código Cliente e pareça redundante, a sua existência é necessária para a inserção de novas origens, que no caso deve ser composta pela Origem e Código Cliente.
- As tabelas dimensão se relacionam com as tabelas fato através da *Surrogate Key* (SK). Esses tipos de chaves, segundo Kimball (2002), são conhecidos sob diversos nomes, tais como: chave sem significado, chaves não naturais, chaves substitutas, para mencionar algumas. O importante é entender que as chaves alternativas são de tipos inteiros com seqüência automática de registro. É necessário guardar a chave do sistema operacional de origem, pois é através dela que o processo ETL identifica a existência, ou não, de um determinado registro na tabela de dimensão.

Vantagens citadas por Kimball (2002) na utilização de chaves alternativas:

- Permite a integração de sistemas de origem diferentes;
- Permite guardar histórico mesmo quando a chave original é repetida ou zerada de tempos em tempos;
- Permite melhor desempenho do que as chaves originais;
- Permite maior facilidade de representar condições que não existem no sistema de origem. Exemplo: No caso de um campo do tipo Data, pode

ser atribuída uma condição “ainda não ocorreu” quando o campo estiver nulo. (KIMBALL, 2002, p.70).

Kimball (2002, p.36) sistematiza o processo de modelagem dimensional em quatro etapas com os seguintes passos:

a) Selecione o processo de negócio a ser modelado. Eleja quais processos de negócio serão modelados pela combinação de um entendimento dos requisitos de negócio com um entendimento dos dados disponíveis²;

b) Declare o grão, ou seja, o nível de detalhe do processo de negócio. Observe que a equipe de DW enfrenta uma série de decisões sobre a granularidade. Estabeleça que nível de detalhe de dados deve ficar disponível no modelo dimensional³. Quanto mais detalhado o dado, menor a granularidade, e isso causa impacto diretamente no volume de processamento e armazenagem de dados no DW.

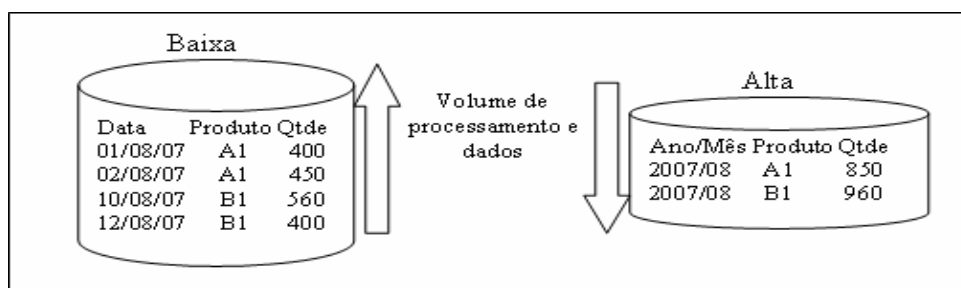


Figura 2.8- Nível de Granularidade
Fonte: Adaptado de Serra (2002, p.148)

A figura 2.8 refere-se ao nível de granularidade e tenta demonstrar o conceito de granularidade baixa utilizando, no exemplo, o campo data. No caso de granularidade alta, o nível de detalhe do campo passa para ano/mês. Ao centro, no meio da figura, é demonstrado um processo similar a uma gangorra para volume de processamento e dados. Conforme a granularidade aumenta, os dados são totalizados por ano/mês e, conseqüentemente, o volume cai. Do outro lado, conforme a granularidade diminui, os dados são detalhados por data e, conseqüentemente, o volume aumenta.

c) Escolha as dimensões que se aplicam a cada linha da tabela de fatos. Nesta fase, as dimensões devem ser ajustadas⁴;

d) Identifique os atributos numéricos que preencherão cada linha da tabela de fatos. Finalmente, revise com atenção quais atributos aparecerão na tabela de fatos⁵. De

² Vide figura 2.6, o processo de negócio é vendas;

³ Vide figura 2.6, o nível de detalhe é o número de pedido.

⁴ Vide figura 2.6, as dimensões são Cliente, Vendedor, Produto e Tempo.

⁵ As Medidas são a quantidade para medir volume de produtos vendidos e o valor em Real para medir

acordo com Kimball (2002, p.30) “o mais importante para compreender a relação entre a modelagem ER e a dimensional é saber que um diagrama ER normalizado, habitualmente, divide-se em vários esquemas dimensionais”. A primeira etapa para converter um modelo ER normalizado em modelo dimensional é separar seus processos de negócios discretos para, em seguida, modelá-los separadamente, como demonstrado na Figura 2.9.

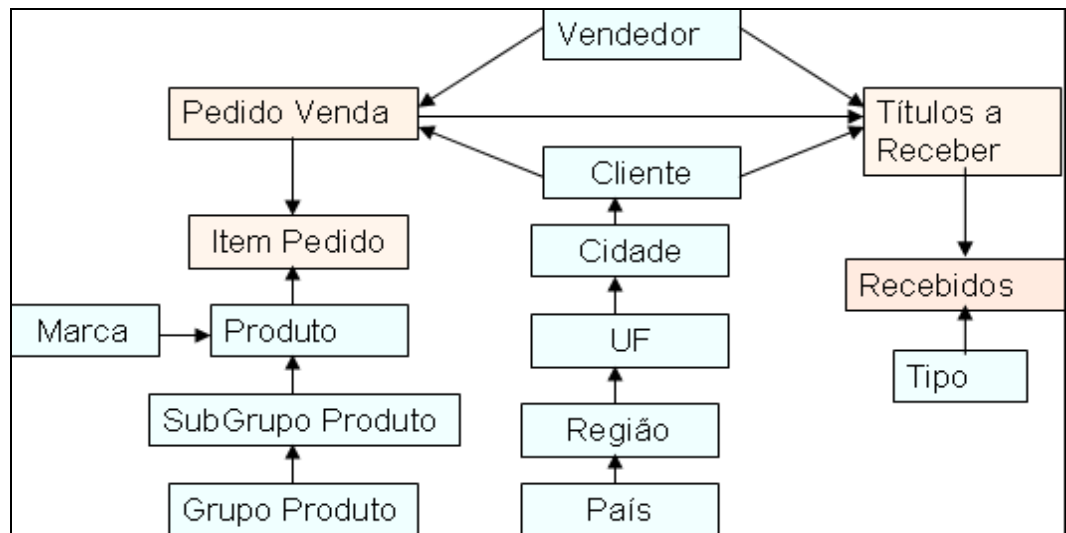


Figura 2.9- Modelo Entidade Relacionamento

A figura 2.9 é um exemplo tradicional de estrutura de dados, utilizado pelos sistemas operacionais de origem. Podemos visualizar que são dois os processos de negócio, Vendas e Contas a Receber, que devem ser modelados separadamente para o modelo dimensional de dados (DM).

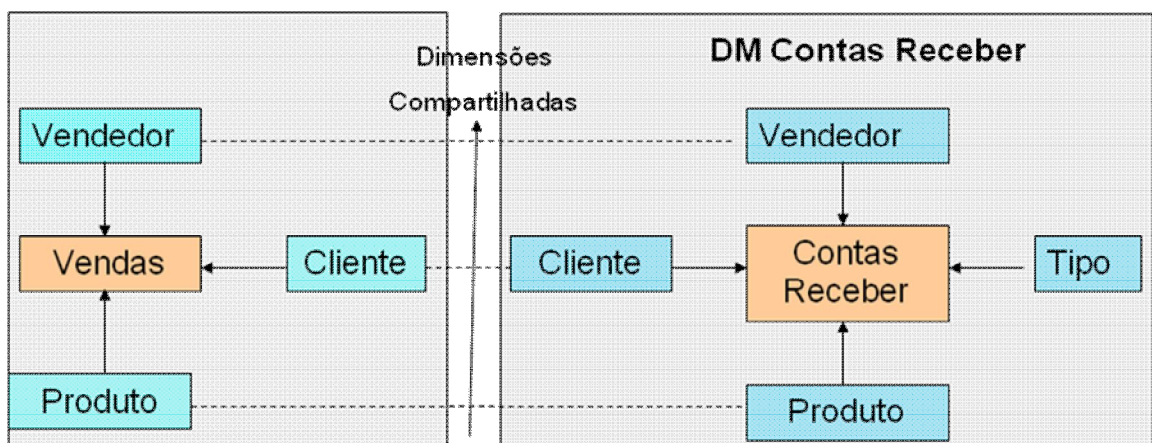


Figura 2.10- Modelo Dimensional

A figura 2.10 apresenta uma proposta de solução DM para modelo ER da figura 2.10, ou seja, a proposta é criar dois modelos do tipo estrela:

- *Data Mart* Vendas com a tabela central Fato Vendas e as dimensões Vendedor, Cliente e Produto;

- *Data Mart* Contas Receber com a tabela central Fato Contas Receber e as tabelas dimensões Cliente, Vendedor, Produto e Tipo.

As dimensões Vendedor, Cliente e Produto são comuns para ambos DM, portando são chamadas de dimensões compartilhadas, na figura 2.10 elas estão interligadas com uma linha pontilhada. Esse compartilhamento de mesma dimensão para DMs diferentes é proposto por Kimball (2002) como arquitetura de barramento do DW, e pode ser observado na Figura 2.5, que será explorada na próxima seção.

d) Ferramentas de acesso a dados

Conforme apresentado pela Figura 2.5, a ferramenta de acesso a dados é o último componente do ambiente *Data Warehouse*. O nome ferramentas refere-se à variedade de recursos com que os usuários de negócio podem contar para melhorar a tomada de decisões analíticas.

Segundo Tissot (2004) *apud* WG System (2003), uma ferramenta de acesso a dados como *front-end*, que é a parte visível para o usuário de um projeto de BI, pode apresentar-se na forma de relatórios padronizados, como um portal de *intranet*, *internet* ou *extranet*, ou ainda como uma ferramenta de análise, de mineração de dados ou de projeções de cenários futuros.

Embora seja comum a inclusão das ferramentas de acesso como parte do ambiente de DW, essa prática é questionável, pois segundo Kimball (2002, p. 9) “os Sistemas Operacionais de Origem (SO) devem ser considerados externos ao DW”. O que então permite uma ferramenta de acesso a dados fazer parte do DW? Por que utilizar dados armazenados no DW? O DW não utiliza os dados do SO?

As ferramentas de acesso *Data Mining*, EIS, OLAP, *Scorecards* e *Dashboards* estão localizadas na parte superior da camada dos sistemas analíticos dentro das empresas⁶. Embora o DW faça parte da família de sistemas analíticos, seu papel é de repositório dos dados. As ferramentas de acesso ou exploração serão apresentadas mais adiante, na seção 2.4.5: Ferramentas de Exploração.

2.3.4 Arquitetura de *Data Warehouse*

Segundo Machado (2004), a definição principal de arquitetura é dada pela localização física e pelo modo/abordagem de construção do DW.

⁶ Conforme apresentado na figura 2.4, Hierarquia dos Sistemas.

Para Serra (2002), em termos de ambiente físico de dados, o DW pode ser centralizado ou distribuído. Isso significa consolidar o banco de dados num DW integrado e único, ou distribuir por assuntos com dados financeiros em um servidor, e dados de *marketing* em outro servidor, etc.

A Figura 2.11 possui três quadros: o quadro à esquerda representa a origem dos dados; o quadro à direita em cima apresenta a arquitetura global distribuída com três ambientes distintos do DW e o quadro à direita em baixo destaca a arquitetura global centralizada com um único ambiente de DW.

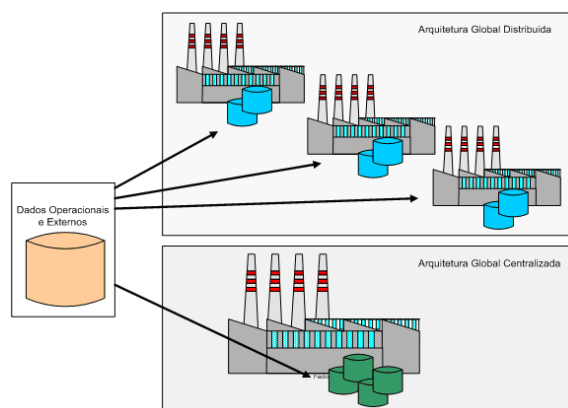


Figura 2.11– Arquitetura Global e Distribuída
Fonte: Machado (2004)

Quanto ao modo/abordagem de construção de DW são três as mais utilizadas: a *Top-Down*, *Bottom-Up* e Barramento, que serão descritos a seguir.

a) Abordagem *Top-Down*

Esta abordagem proposta por Inmon (2002, p.371), baseia-se em um DW corporativo central, também chamado por ele de *Operational Data Store* (ODS), baseado no modelo relacional e totalmente normalizado. Conforme a Figura 2.12, na abordagem *Top-Down*, a área de estágio e processo de ETL são centralizados e únicos. O DW corporativo contém todos os dados organizacionais atômicos, com o propósito de servir de base de dados para os vários *data marts* departamentais implementados no modelo dimensional.

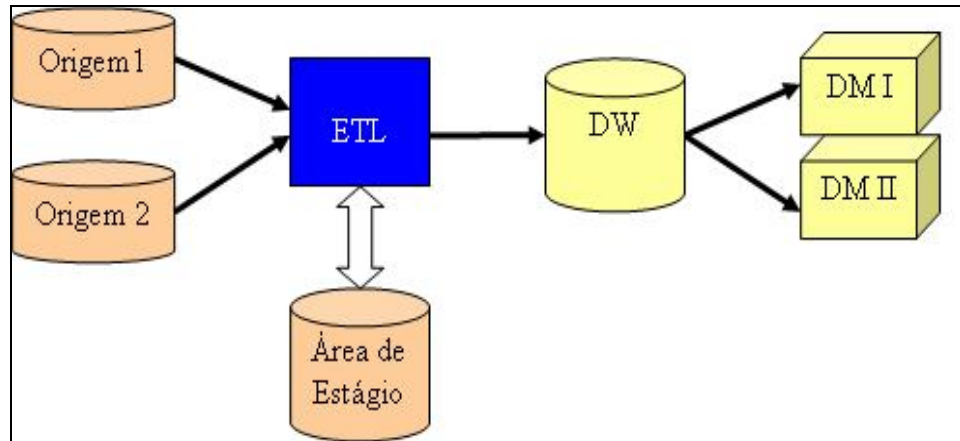


Figura 2.12– Abordagem *Top-Down*

Este tipo de abordagem, apesar de fornecer uma base de dados corporativa única, homogênea e totalmente integrada, traz consigo problemas relativos a altos custos de implementação e demora na apresentação de resultados.

b) Abordagem *Bottom-Up*

Esta abordagem é baseada na construção de *data marts* dimensionais independentes, cada qual com a sua respectiva área de estágio e processos de ETL e metadados. O DW, neste tipo de implementação, é composto pelo conjunto de todos os *data marts* construídos, formando um DW incremental lógico.

A Figura 2.13 demonstra áreas de estágios e processos de ETL separados para gerarem os *data marts*. Na seqüência, existe mais um passo onde os *data marts* são ligados em um ambiente lógico chamado DW.

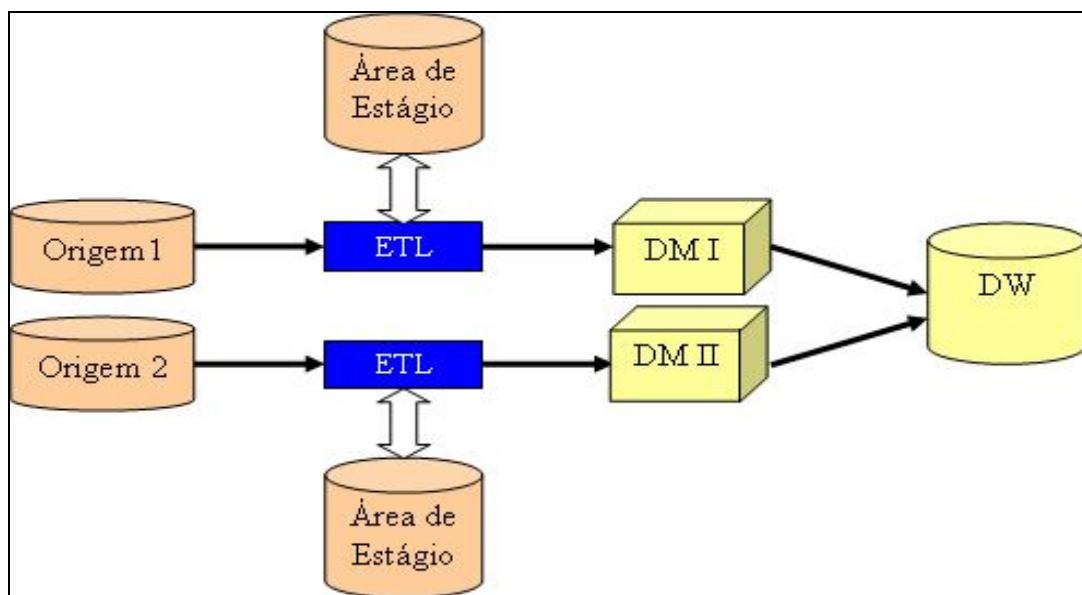


Figura 2.13– Abordagem *Bottom-Up*

Embora essa abordagem apresente os primeiros resultados de maneira rápida e seja de fácil gerenciamento político, por conta do escopo departamental e custo reduzido, é muito complexo realizar a integração posterior entre os *data marts*. É importante observar que em projetos com essa abordagem é muito difícil não existir dados e processos de ETL replicados, conseqüentemente, existe alta probabilidade de erros.

c) Arquitetura de Barramento ou *Bus Architecture*

Conforme Kimball (2002a) é o segredo para se construir um DW distribuído, é uma proposta de construção do DW corporativo de forma coordenada e descentralizada. Esta abordagem é chamada de *Bus Architecture*.

Voltando à Figura 2.5, Componentes Básicos de um DW, pode-se verificar que na área de apresentação dos dados, encontra-se o conceito barramento do DW para manter as dimensões e fatos em conformidade. Por conseguinte, no intuito de entender melhor o que é barramento, é preciso voltar para a figura 2.10, Modelo Dimensional, e verificar que esta figura apresenta as dimensões compartilhadas para garantir a integridade e conformidade entre fatos e dimensões.

É importante observar na Figura 2.14 apresentada em seguida, resumo das figuras 2.12 e 2.13, pois ela considera o DW um conjunto de DMs integrados. Trata-se de uma abordagem que combina o desenvolvimento *Top-Down e Bottom-Up*, e é baseada em um processo contínuo de desenvolvimento.

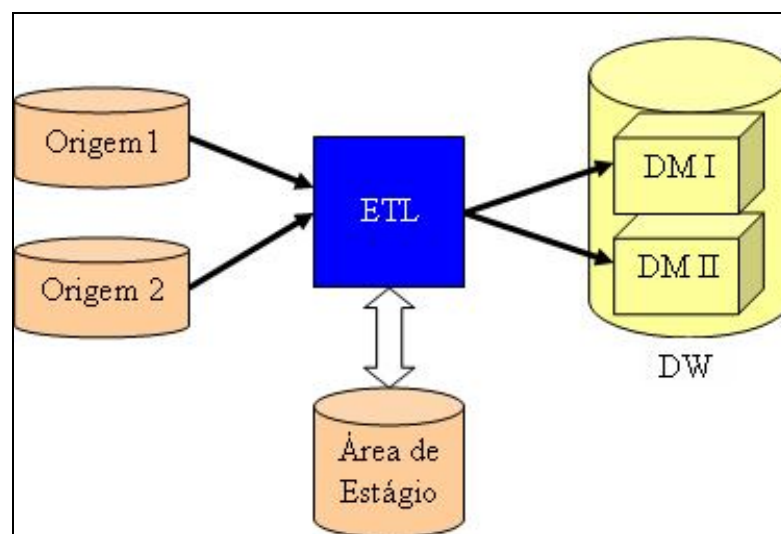


Figura 2.14- Arquitetura de Barramento

Inicialmente, realiza-se uma análise dos requisitos de forma global, de onde surge uma lista de *data marts* a ser implementada que também indica como serão integrados. A partir daí são levantados os requisitos de um dos departamentos integrantes da iniciativa e

desenvolvido o DM correspondente. O processo é incremental e em ciclo, até que todos os DMs tenham sido concluídos. O conjunto de DMs desenvolvidos constitui o DW da empresa.

A abordagem de barramento, assim como a abordagem *Bottom-up* também apresenta os primeiros resultados de forma rápida, e com baixo custo, devido igualmente ao seu escopo departamental. O conceito de barramento, no entanto, permite manter a integridade entre fatos e dimensões e garantir, dessa maneira, a extração de dados de uma única origem, de uma única vez. Esta situação, porém, não resolve o problema de complicações políticas por conta da determinação da seqüência de implementação dos *data marts* e das prioridades de manutenção

2.3.5 Ferramentas de Exploração de dados

As ferramentas de exploração de dados apresentam para o usuário final os dados contidos no *Data Warehouse*. Conforme o tipo de ferramenta utilizada pelo usuário consumidor, será o formato de apresentação dos dados, como por exemplo: para gerentes e analistas, relatórios do tipo planilhas gerenciais; para a alta diretoria, gráficos e/ou painéis. É impossível existir um DW sem ferramenta de exploração e, ao contrário, não é possível utilizar uma ferramenta de exploração sem a existência do DW.

É comum dentro das empresas, a existência de portais de internet ou intranet que levam o usuário a um menu de ferramentas. Esse menu é customizado de acordo com cada perfil e nível de acesso de cada usuário.

Conforme Fortulan (2005) os termos Sistema de Apoio à Decisão (SAD) ou *Decision Support System* (DSS) e *Executive Information System* (EIS), passaram a ser chamados *Business Intelligence* (BI)⁷. Dentro das empresas, esses sistemas são as ferramentas analíticas: *On-Line Analytical Processing* (OLAP), *Data Mining*, *Scorecards* e *Dashboards*.

a) *On-Line Analytical Processing* (OLAP)

De acordo com Pendse (2006), provavelmente, o OLAP seja a ferramenta mais utilizada de BI, pois segundo esse autor ela representa um conjunto de tecnologias projetadas para suportar análises e consultas *ad hoc*.

A principal característica do modelo OLAP é a capacidade de extrair um cubo/porção de dados da base e apresentá-lo numa visão multidimensional ao usuário. A visão multidimensional apresentada é navegável por dimensões/faces e agregações/profundidade, onde as interseções destas dimensões são as medidas.

⁷ Como descrito no topo da figura 2.4 Hierarquia dos Sistemas

Os dois modos mais importantes de análise OLAP são *slice and dice*, *drill-down e drill-up*. Segundo Fortulan (2006) com o *slice and dice*, os usuários podem fatiar informações consolidadas para visualizá-las a partir de várias perspectivas ao longo de qualquer dimensão, e com o *drill-down*, podem aprofundar-se através dos níveis de dados para obter mais detalhes que o ajudem numa determinada decisão. O *drill-up* por sua vez permite retornar aos níveis mais elevados de dados. As figuras 2.15 Visão Multidimensional dos Dados e mais adiante, a figura 2.16 Modelo HOLAP ilustram esses conceitos.

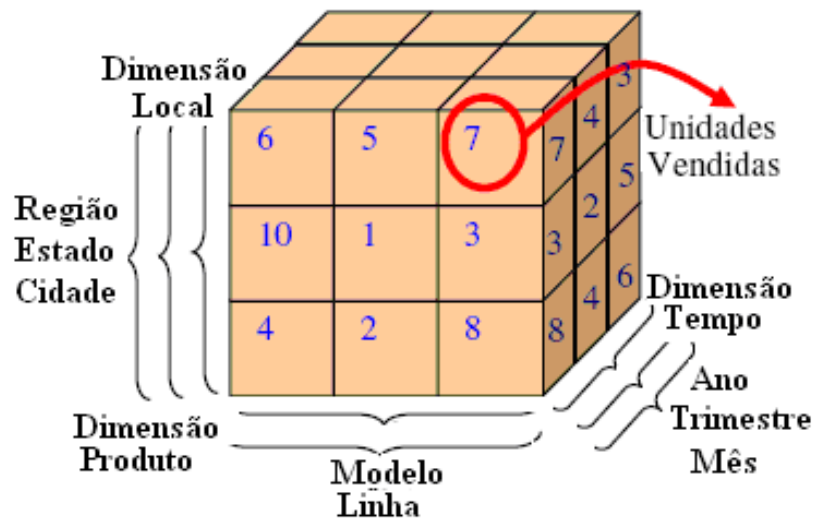


Figura 2.15- Visão Multidimensional dos Dados
Fonte: Adaptação de Fortulan (2005, p. 79)

A figura 2.15 ilustra um cubo de vendas com a medida Unidades Vendidas, além de três dimensões: Tempo, Produto e Local, com as seguintes agregações:

- A dimensão local é composta por três níveis de agregação. Os níveis aumentam de baixo para cima em Cidade, Estado e Região;
- A dimensão produto é composta por duas agregações: o nível mais alto Linha e o mais baixo Modelo;
- A dimensão tempo é composta por três níveis de agregação, os níveis aumentam de baixo para cima em mês, trimestre e ano.

Conforme Fortulan (2005) e Pendse (2006), o modelo OLAP sofreu várias evoluções para adequar-se às novas tecnologias, e assim, permitir atender às novas demandas. Conforme descrito abaixo existem cinco variações:

- O *Desktop On-Line Analytical Processing (DOLAP)* é baseado no conceito cliente servidor, ou seja, a estação de trabalho cliente, habilitada por um *software* de exploração, solicita uma consulta ao servidor, que retorna num micro-cubo de informações para ser

analisado. Esse modelo é bastante utilizado até hoje em redes locais. O problema acontece quando o volume da consulta é grande, condição que gera muito tráfego na rede;

- O *Relational On-Line Analytical Processing* (ROLAP) é uma simulação do modelo OLAP num servidor de base de dados relacional. A diferença com o modelo DOLAP é justamente a simulação: os dados ficam armazenados no banco relacional, e então é necessário um processo de transformação para a informação chegar ao usuário final numa visão multidimensional. O problema é que essa transformação influencia na *performance*, e para consultas gerenciais, com alto nível de agregação, são exigidas respostas imediatas;
- Com um *Multidimensional On-Line Analytical Processing* (MOLAP) o acesso aos dados ocorre diretamente no banco dimensional, ou seja, o usuário trabalha, monta e manipula os dados do cubo direto no servidor. Em termos de exploração multidimensional é o melhor e mais utilizado. Na prática, porém, não suporta enormes bases de dados, logo, o problema ocorre quando é necessário chegar a níveis mais baixos da informação. Pode-se citar como exemplo, na Figura 2.15, onde não seria viável a dimensão tempo chegar até o nível dia;
- O *HOLAP Hybrid On-Line Analytical Processing* ou processamento híbrido é uma combinação das tecnologias ROLAP e MOLAP. Na prática, a aplicação deste modelo possibilita a exploração do que existe de melhor nos dois modelos. O usuário começa navegando com níveis altos de agregação e usufrui de alta *performance*; conforme vai diminuindo a granularidade, a *performance* diminui até chegar a um nível não suportado pelo modelo MOLAP. Então se aplica um *drill-through* automaticamente para um nível abaixo mudando para o modelo ROLAP. Embora seja mais complexa, mas possível, a implementação inversa, não é usual. Também pode ocorrer o contrário, ou seja, o usuário começa navegando com o modelo ROLAP e passa para o MOLAP. A Figura 2.16 ilustra esse conceito. Como vimos, no modelo MOLAP a inclusão do nível dia na dimensão tempo, não era viável ou possível. Já no modelo HOLAP é

perfeitamente possível e viável utilizando o recurso *drill-through*, por haver uma integração entre o modelo ROLAP e MOLAP.

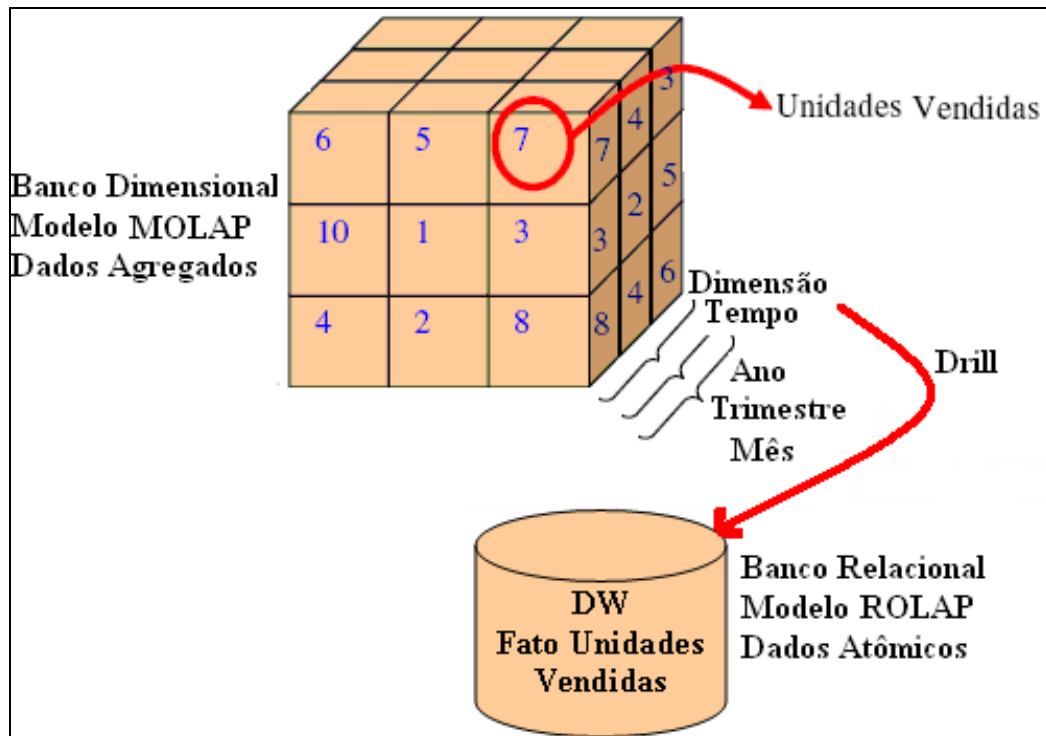


Figura 2.16– Modelo HOLAP

- O *Web On-Line Analytical Processing* (WOLAP) é a migração dos conceitos OLAP para a internet. A principal mudança é a habilitação dos navegadores de internet para acessar e explorar os dados do servidor multidimensional. Na verdade, o WOLAP representa o modo como a informação é distribuída, portanto, os modelos anteriores continuam existindo.

b) Mineração de Dados ou *Data Mining*

Segundo Navega (2002, p.1), “talvez a definição mais importante de *Data Mining* tenha sido elaborada por Usama Fayyad *et al.* (1996)” quando afirma que o processo não-trivial de identificar em dados, padrões válidos, novos, potencialmente úteis e ultimamente compreensíveis.

Conforme Serra (2002, p. 206) “o *data mining* é a exploração e análise de grande quantidade de dados classificados para descobrir significativamente modelos e regras”. Para Navega (2002) “embora os algoritmos atuais consigam identificar padrões válidos e novos, ainda não é possível determinar padrões valiosos”. Dessa forma, o *data mining* exige interação intensiva com analistas humanos.

Seria possível escrever um capítulo sobre mineração, mas nosso objetivo é apenas passar uma noção do que seja, e de como está integrado com o ambiente de BI. Pois, de acordo com Navega (2002), o *Data Mining* não é o final da atividade de descoberta de conhecimentos, mas o início. A busca principal, praticamente, são as técnicas de descoberta desses conhecimentos.

De acordo com os passos apresentados na Figura 2.17, antes do conhecimento é necessária uma fase de avaliação e visualização. É nesse passo que entram os analistas humanos com o trabalho de avaliação e visualização, logo, a seleção dos comportamentos valiosos.

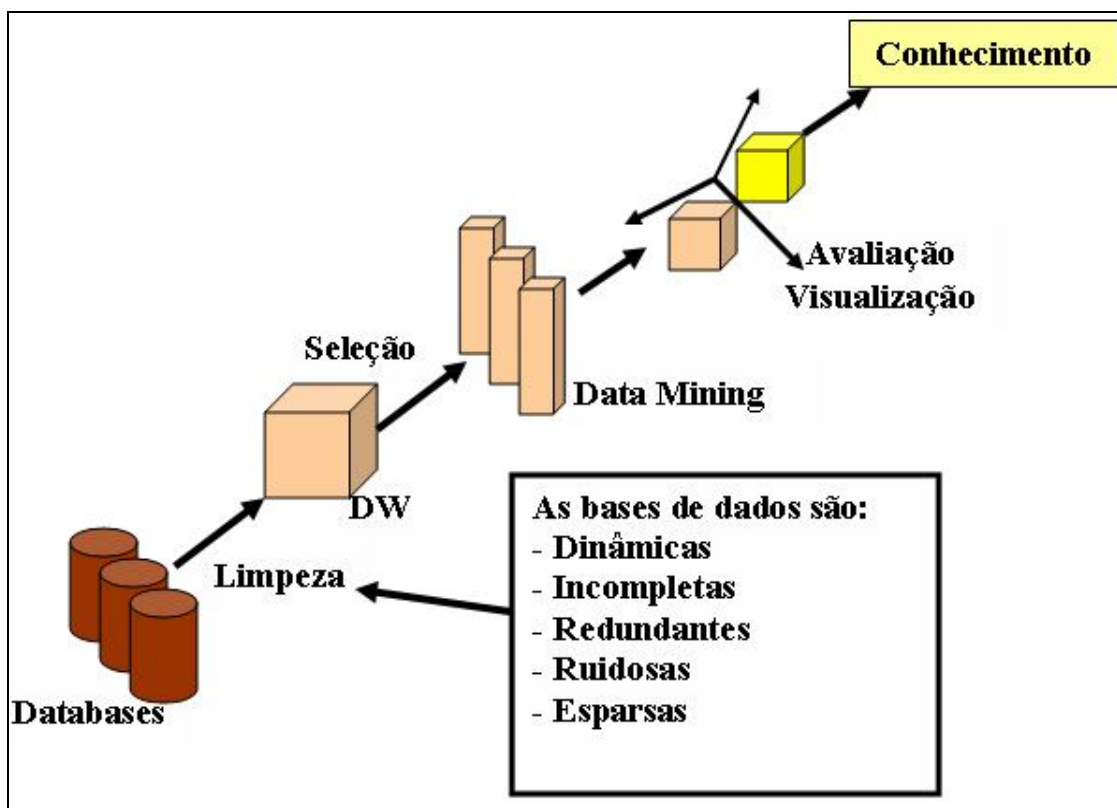


Figura 2.17– Os Passos do *Data Mining*
Fonte: Navega (2002)

A Figura 2.17 apresenta os passos fundamentais de mineração. Tudo começa com a limpeza dos dados no processo de carga do DW. Conforme Fortulan (2005) é altamente recomendada a utilização do DW para *mining*, pois é povoado por dados mais limpos e é indicado como fornecedor de dados. É preciso, no entanto, muita atenção nesse sentido, visto que os dados precisam ser atômicos no DW, porquanto é comum em projetos de DW, focados em ferramentas OLAP e/ou EIS, a existência de agregações ao popular *data mart*.. Desta maneira, essas agregações podem esconder comportamentos importantes, que seriam detectadas pelo processo de mineração.

Normalmente a mineração é caracterizada pela utilização de regras sofisticadas com conceitos de inteligência artificial como o algoritmo de *Clustering*, redes neurais, métodos genéticos, mineração em textos, entre outros.

No quadro 2.4 são apresentadas algumas técnicas básicas de mineração:

Regras	Exemplo
Caracterizadoras: Encontrar regras que caracterizam um conceito satisfeito por todos, ou pela maioria dos exemplos disponíveis, possibilitando descobrir como sumarizar certas características que podem revelar padrões.	Geração de regras que caracterizem quais os estudantes de graduação que se decidiram por prosseguir com uma carreira acadêmica.
Discriminantes: Encontrar regras que excluem um conceito alvo em relação a outros conceitos.	Para distinguir uma doença, procura-se por regras que sumarizem as características que separam esta doença das outras.
Regras Associativas: Procurar estabelecer regras que interliguem um conceito a outro.	Achar todas as regras com "salsicha" no antecedente e "mostarda" no conseqüente.
Regras de Evolução Temporal: Buscar por associações entre itens ao longo do tempo.	Consumidor comprou um PC hoje, irá comprar um DVD-ROM em 6 meses.

Quadro 2.4 – Técnicas de Mineração
Fonte: Montagem de Navega (2002)

c) *Scorecards e Dashboards*

Nos últimos anos muito tem se falado sobre *dashboards* e *scorecards*, provavelmente devido ao amadurecimento e popularização dos conceitos de DW e OLAP, sem esquecer da popularização dos recursos gráficos disponíveis nas aplicações *for Windows*. Fornecedores e usuários têm avançado com as soluções de sistemas analíticos rumo ao topo da pirâmide. Conforme site da Microsoft Brasil,:

Os *dashboards* / painéis são uma coleção de relatórios e análises de KPI que fornecem aos usuários uma área única de visão dos dados para ajudá-los a monitorar as informações associadas com uma tarefa, projeto, ou meta. O *scorecard* é uma estrutura similar: trata-se de uma coleção de informações alinhadas com os objetivos estratégicos de sua organização, permitindo às pessoas de sua organização perceber como as suas metas e atividades se correlacionam com os objetivos da empresa. (site: www.microsoft.com.br, acesso em 10/03/2008).



Figura 2.18– Tela de Aplicação *Dashboard*
Fonte: (Site <http://www.businessobjects.com.br>, acesso em 10/03/2008)

Para se ter uma idéia de aplicação *dashboard*, a figura 2.18, apresenta uma tela de aplicação. Avaliando a figura é possível observar os recursos gráficos utilizados em aplicações desse tipo. Alguns componentes são utilizados freqüentemente em aplicações desse tipo, como na tela apresentada, onde os componentes dividem-na em quadros: O medidor de velocidade, os alertas, o gráfico de vendas por região e a lista de métricas.

2.3.6 Fornecedores e Ferramentas de *Business Intelligence*

As aquisições das empresas independentes de BI pelas empresas mundiais de ERP provocaram uma grande expectativa no mercado. Não se sabe ainda qual é a tendência em termos de política de atuação das mesmas. Das empresas exclusivas de BI, com abrangência mundial, restou por enquanto a MicroStrategy. A tabela 2.3 lista os cinco principais fornecedores e suas ferramentas por nome e tipo⁸ ETL, Report, OLAP, Mineração, Scorecard e Dashboard.

⁸ As Informações da tabela 2.3 foram coletadas dos sites das respectivas empresas fornecedoras. Vide Referências Bibliográficas.

Ferramenta		Fornecedor			
Nome	IBM / Cognos	Microsoft / SQL Server	Oracle / Hyperion	SAP / BO	Micro Strategy
Tipo					
ETL	<i>Data Manager Data Stage</i>	<i>Integration Services</i>	<i>Oracle Warehouse Builder</i>	<i>Data Integration</i>	Não Tem
Report	<i>Report Studio</i>	<i>Reporting Services</i>	<i>Oracle Discoverer</i>	<i>Crystal Report</i>	<i>Report Services</i>
OLAP	<i>Analysis Studio</i>	<i>Analysis Services</i>	<i>Oracle OLAP</i>	<i>Crystal Analysis</i>	<i>OLAP Services</i>
Mineração	<i>Scenario / 4Thought</i>	<i>Data Mining</i>	<i>Oracle Data Mining</i>	Não Encontrado	<i>Data Mining</i>
Scorecard	<i>Metrics Studio</i>	<i>Performance Point</i>	<i>Hyperion Performance Scorecard</i>	<i>Performance Manager</i>	<i>Report Services</i>
Dashboard	<i>Metrics Studio</i>	<i>Performance Point</i>	<i>Oracle Portal</i>	<i>Dashboard Manager</i>	<i>Dynamic Enterprise Dashboards</i>

Tabela 2.3– Ferramentas de BI por Tipo e Fornecedor

Observa-se através da tabela 2.3, que o mercado de BI está maduro em termos de oferta de ferramentas, visto que as informações apresentadas na tabela foram retiradas dos sites comerciais das respectivas empresas fornecedoras. Outra indicação de maturidade é a similaridade dos nomes aplicados às ferramentas e a abrangência dos tipos, praticamente todos os fornecedores oferecem produtos em todos os tipos. Para concluir, os sites apresentam as nomenclaturas seguindo um padrão já conhecido, o qual viabilizou a montagem da tabela.

2.3.7 Conclusão

Os últimos dez anos foram marcados pelo amadurecimento dos conceitos de *Data Warehouse*. O artigo de Gallas (1999) compara Kimball com Inmon e faz uma síntese dos dois principais autores no assunto. A síntese, em cada tópico, é complementada pelos seguintes comentários:

a) A teoria *big bang* de construção do DW baseada nos sistemas operacionais, tem provado consumir excessivamente tempo e recursos com retorno limitado para os negócios.

No início era comum a existência de projetos com a abordagem *big bang*. Tratava-se de um único projeto de arquitetura global⁹, voltado para a construção de DW corporativo. Enquanto a solução inteira não fosse concluída, não era disponibilizada para o usuário final, e esta condição poderia demorar anos. É importante notar que esses projetos eram privilégios de grandes organizações que detinham substancial capacidade financeira

⁹ Conforme figura 2.12, abordagem *Top-Down*.

para investir num escopo global de necessidades da empresa, visando a uma única implantação.

Segundo Serra (2002, p.141) o caminho é: pense e comece pequeno, reduzir o escopo do projeto torna-o mais simples e aumenta as chances de sucesso. Atualmente a prática tem demonstrado que, ao contrário de projetos do tipo *big bang*, empresas têm preferido projetos departamentais aos corporativos, sem, no entanto, perder o objetivo do todo.

b) O sucesso de DW e DM depende efetivamente de reunir primeiramente as necessidades do negócio.

Conforme Serra (2002), os objetivos devem ser definidos com clareza. Na verdade, essa abordagem é genérica e, portanto serve para qualquer projeto. Mas é bom considerar que os consumidores de informação do DW são gerentes e executivos do alto escalão da empresa, ansiosos por resultados rápidos. Isso torna mais importante conhecer muito bem o que se pretende alcançar com o projeto.

c) Validação negócio-usuário no *design data mart* assegura que as expectativas sejam administradas.

Conforme Fernandez (2006), aumenta também a necessidade das corporações por soluções de BI, que alcançam o nível de detalhe do negócio, aquelas embutidas nos processos essenciais do negócio. Como tornar isso possível? Por meio da combinação do BI com *Business Process Management* (BPM). A maneira mais adequada de administrar as expectativas num projeto de BI é torná-lo mais inteligente. Pode-se fazer isso não apenas disponibilizando informações generalistas, mas aproximando o projeto da necessidade do negócio; isso se chama BI orientado ao processo.

d) Extração de uma única origem de uma só vez

De acordo com Kimball (2002, p.11) “a criação de estruturas normalizadas para *data staging*, e de estruturas dimensionais para apresentação, significa que os dados são extraídos, transformados e carregados duas vezes”.

Conforme Serra (2002) a abordagem de construção de DW por camadas é a construção e armazenagem de vários bancos de dados físicos em locais e níveis de granularidade diferentes. A figura 2.19, DW em Camadas, demonstra os dados de Ordem de Produção (OP) sendo carregados e armazenados três vezes.

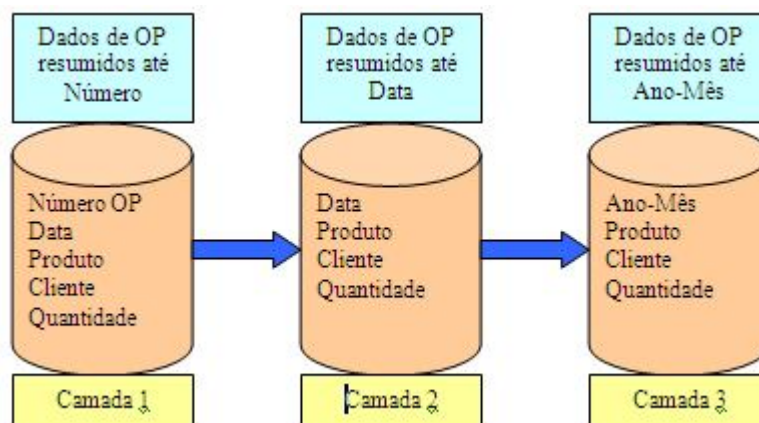


Figura 2.19- DW em Camadas

Os dados de OP na figura 2.19, na camada 1 do DW, estão com granularidade atômica em seu menor nível. Para fins de integração, Inmon (2002) chama de *Operational Data Store* (ODS). Já na camada 2 os dados de OP estão resumidos por data e não aparece o número OP, porém, o restante dos dados são repetidos. Por último na camada 3 é criada uma base mensal com processamento e armazenamento repetidos.

Podemos concluir até o momento, que a carga e armazenamento de dados devem possuir preferencialmente uma única camada desses itens, e nela, os dados devem estar na granularidade atômica. Os recursos tecnológicos disponíveis permitem a criação de modelos de exploração e agregação suficientes para responder às perguntas em quaisquer níveis hierárquicos.

e) A estrutura de negócios mais adequada é o *star schema*

Para Serra (2002, p.162) “a abordagem de Ralph Kimball veio com um estilo mais simples e incremental. De modo diferente da abordagem de Inmon, a metodologia *star schema* aponta para projetos de *data marts* separados”. Na verdade, esse é um conceito incremental de crescimento do DW, e conforme a evolução deve-se crescer também o esforço pela integração. Concluindo, para Kimball (2002a), a simplicidade do banco de dados é pré-requisito para sua utilização.

f) Com a tecnologia atual, a história dos detalhes transacionais encontra-se no DW, onde os usuários podem acessar o nível necessário.

As soluções mais antigas em DW foram projetadas numa fase em que a performance de processamento era mais restritiva, como por exemplo, o modelo demonstrado na figura 2.19, que, segundo Serra (2002), é defendido por vários autores como a solução mais recomendada.

Na verdade muitas mudanças ocorreram e ainda estão ocorrendo em DW. A redução dos preços de processamento e armazenagem dos dados combinados com melhor

tecnologia e desempenho vêm tornando cada vez mais viável guardar os dados com a menor granularidade necessária num único banco de dados, mesmo que um determinado nível seja utilizado esporadicamente ou tenha possibilidades mínimas de ser utilizado.

2.4 Modelagem de Processo de Negócio

2.4.1 Conceitos Básicos

O termo *Business Process Management* (BPM) e ou modelagem de processo de negócio (MPN) é um dos recursos existentes dos chamados de *Business Process Management System* (BPMS) ou sistema de gerenciamento de processos de negócio. Existe também o BPM para *Business Performance Management*, mas esta é uma outra classe de *software* que não será abordada aqui.

Conforme levantamento em Verdant (1996), seguem abaixo os principais conceitos que ajudam na definição e entendimento de Modelagem de Processo de Negócio (MPN):

- Processo de Negócio. Uma seqüência completa ou parcial das atividades de negócio ou atividade empresarial. A execução é disparada por algum evento e o resultado é algo quantificável e observável;
- Gerência de Processo. É um método de analisar a empresa por partes, por mapeamento da organização, da natureza do trabalho e o modo como é conduzido;
- Atividade Empresarial. As atividades são efetuadas por entidades funcionais da empresa e transformadas numa situação de entrada para uma situação de saída;
- Entidade Funcional. É algum recurso ativo na inteligência artificial agente, capaz de executar uma operação funcional básica de uma atividade e, assim, dar seqüência ao curso do processo;
- Modelagem de Empresa. É o processo de criação de modelos parciais ou totais de uma empresa. Podem ser modelos de processos, de recursos, de dados, etc, representando diversas visões da empresa;
- Modelo de Empresa. É a representação da percepção de funcionamento da empresa. Pode ser representado através de uma série de submodelos, por exemplo: modelos de processos, de dados, de recursos e de organização;

- Modelagem de Processo. É um conjunto de atividades a serem seguidas para criar um ou mais modelos;
- Modelo. É uma representação aceita de algum assunto. É uma abstração aceitável da realidade, expressada em linguagem formal, definida por uma construção ou *Modeling Construct*, para atender o usuário;
- Construção de Modelagem. Vem de *Modeling Construct* ou simplesmente construção. É uma linguagem primitiva de modelagem. A sintaxe e a semântica devem ser precisamente definidas;
- Modelo Parcial. É um modelo que não foi totalmente instanciado, e pode ser reutilizado e adaptado por algum usuário de negócio para construir um modelo particular;
- Modelo de Referência. É um modelo parcial usado como base para desenvolver outro, ou comparar com um modelo particular;
- Modelo Particular. É um modelo específico para algum aspecto da empresa ou sistema;
- Arquitetura. É um conjunto finito de componentes relacionados, formando um ambiente consistente definido por sua funcionalidade;
- *Framework* de Modelagem. É uma coleção de princípios de modelagem, métodos ou ferramentas relevantes para um determinado domínio de aplicação;
- Visões. Representam aspectos parciais da realidade. Cada visão pode conter a descrição de um aspecto específico do sistema, tornando a linguagem e a transmissão destes aspectos mais clara, se comparado com a descrição do sistema numa única visão.

2.4.2 Metodologia e *frameworks*

Com a evolução e o surgimento de uma vasta variedade de ferramentas de MPN, surgiram metodologias que culminaram em *frameworks* disponíveis para o mercado de aplicações comerciais, geralmente chamados de suítes de *software*, como por exemplo, o ArisToolset, BPWin, dentre outros. Uma suíte é composta de pacotes, com conjuntos de objetos e modelos preparados para representar os processos de negócio. Esses objetos e

modelos são chamados de *frames*. Alguns dos principais *frameworks* difundidos¹⁰ na área de MPN são: ISO, CEN ENV 40003, CIMOSA, IDEFX/SADT, ARIS. “Cada modelo tem sua própria finalidade, e cobre parte ou subconjunto da empresa e pode representar algum aspecto, em detalhe, da perspectiva fornecida (Silva, 2005, p.101)”. Vale salientar que neste trabalho utilizaremos como suíte de *software/framework* o *Architecture for Integrated Systems (ARIS)*, para mapeamento e modelagem de processo de negócio.

2.4.3 *Architecture for Integrated Information Systems (ARIS)*

A sigla ARIS nasceu no ano 1992, na Alemanha. Com o início de seu desenvolvimento pelo Professor Scheer, tornou-se uma suíte de modelagem de processos de negócios a partir de 1994. Embora o avanço principal tenha ocorrido entre os anos de 1992 à 1994, o amadurecimento de seus conceitos e, conseqüentemente, de *software*, não pararam. Atualmente, dezesseis anos depois, tornou-se uma família de *softwares*, composta por vários módulos que contemplam vários assuntos, desde mapeamento básico à simulação de processo.

A espinha dorsal do *software ARIS* é o módulo Aris Toolset, onde são modelados e armazenados os processos básicos do negócio. O módulo Aris Toolset suporta uma base de modelos necessários para o desenvolvimento das demais funcionalidades, como por exemplo, simulação de processo. A figura 2.20 representa esse conceito, onde num primeiro passo são mapeados os processos básicos da empresa. Na prática, é uma atividade de entender e documentar as regras de negócio da empresa, em formato visual de diagramas, seguindo a metodologia ARIS. Depois de analisado esse mapeamento, são propostos ajustes com bases em melhorias no processo; e, depois das alterações efetuadas, é obtido um banco de modelos disponíveis para outras utilizações.

¹⁰ Mais detalhes de cada *frame* citado podem ser encontrados em Numa (2007); Silva (2005, p.61-86); Santos (2002, p.95-141) e Verdant (1996).

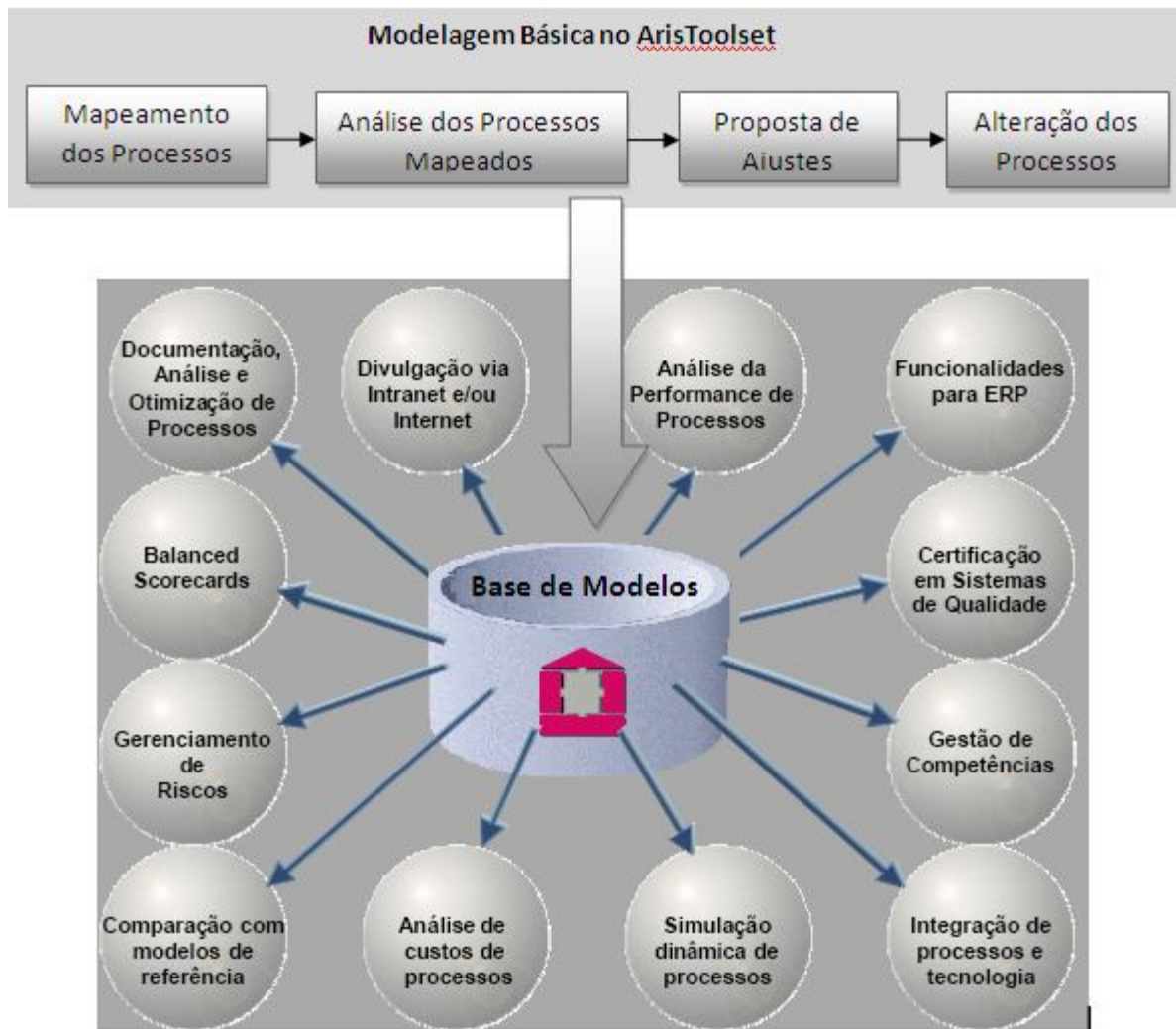


Figura 2.20– Módulos ARIS
 Fonte: Adaptação do Manual Treinamento ARIS

Conforme Vernadat (1996) essas ferramentas são consideradas *Information Systems*, sendo um *framework* de modelagem que enfatiza os aspectos de engenharia de *software* e organizacionais da empresa. Nesse contexto uma outra nomenclatura mais atualizada e amplamente utilizada pelas empresas é o *Business Process Management* (BPM).

Prosseguindo no detalhamento da metodologia ARIS de modelagem, a figura 2.21, a seguir, apresenta as cinco visões de ARIS com os três níveis de modelagem cada.

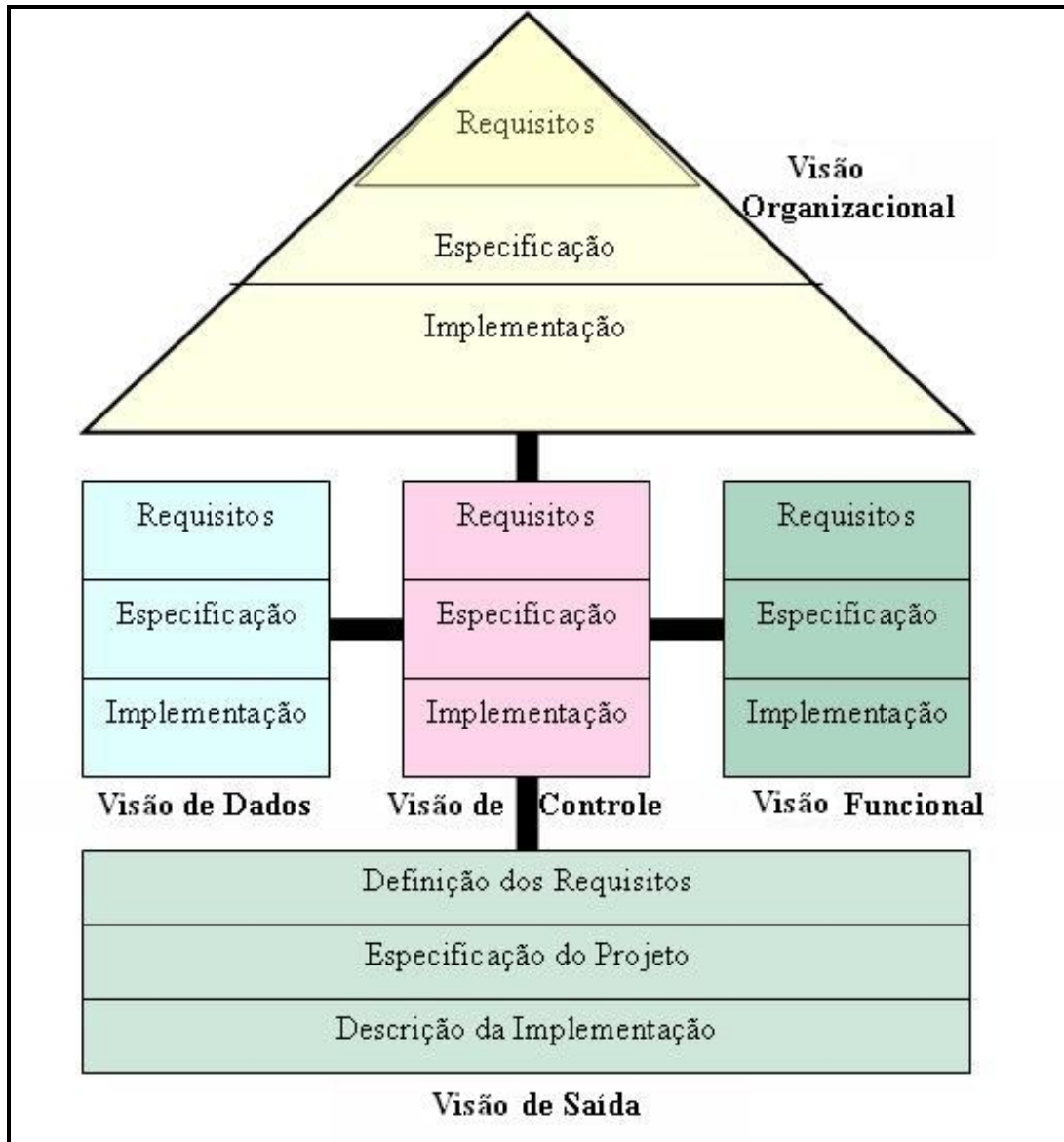


Figura 2.21– Aris House
 Fonte: Adaptação de Scheer (1999, p. 1)

a) **Visão Funcional.** Permite construir modelos que definem de maneira hierárquica todas as funções da empresa, começando com as macro funções, decompondo-as em detalhes, condição que permite especificar funções de programação específicas, dentro de aplicativos de *software*;

b) **Visão de Dados.** É utilizada para mapear os modelos de dados, partindo das definições das informações mais complexas, relatórios ou conjunto de informações, passando pelo modelo de dados e seus relacionamentos;

c) **Visão Organizacional.** Permite especificar e detalhar a estrutura organizacional da empresa, desde a definição das divisões e unidades de negócios, a estrutura de cargos e seus ocupantes, até a estrutura física com os equipamentos; com ênfase especial à

estrutura de informática, na medida em que há métodos específicos para a modelagem da rede de computadores da empresa;

d) Visão de Controle. É a visão que permite relacionar as três visões anteriores. Nessa visão há métodos de modelagem específicos para definir a relação entre funções e dados, funções e organização, organização e dados e, sobretudo, capazes de integrar as três funções, utilizando-se principalmente do conceito de evento.

e) Visão de Saída. Também chamada de visão de produto/serviço. É de conhecimento global pois, como a Visão Organizacional, abrange as demais visões.

Ficam assim distribuídos os três níveis de modelagem de cada uma das Visões apresentadas acima:

- Nível de Definição dos Requisitos, onde são definidos os conceitos ou idéias gerais do sistema;
- Nível de Especificação do Projeto, onde se define uma das formas de encontrar os requisitos e especificação técnica;
- Nível Descritivo de Implementação, onde se define detalhadamente como determinado elemento de *hardware*, *software* ou humano procede de dentro da organização.

2.4.4 Os Principais Métodos / *Framework* de ARIS

Cada método de ARIS é um diagrama diferente. O nome método pode ser entendido como um conjunto de objetos projetados para modelar processos de negócio com o objetivo de melhoria.

O pacote de *software ArisToolset* versão 6 é composto por, aproximadamente, cento e sessenta diferentes métodos. As características destes métodos são suas aplicações e funcionalidades, pois cada método tem suas funcionalidades voltadas para determinada finalidade ou foco de visão. Segue uma relação dos métodos por visão: Visão Organizacional: Organograma, Topologia de Rede, Protocolos. Visão de Dados: Modelo Entidade Relacionamento, Diagrama de Relações, Descrição do Banco de Dados. Visão de Controle: Cadeia de Valor Agregado, Diagrama de Alocação de Funções, Diagrama de Acesso, *Program Structure Chart*, *Physical Access Diagram*. Visão Funcional: Árvore de Funções, *Application System Type Diagram*, *Application System Diagram*, Diagrama de Fluxo de Informação, *Modelling System Interfaces*. Visão de Saída: Árvore de Produto.

a) Visão Organizacional: Organograma. É o principal método da visão organizacional. Seu objetivo é apresentar uma visão da organização da empresa. A figura 2.22 apresenta um exemplo de organograma modelado no *Arís Toolset* versão 6.

Organograma

Visão da empresa sob o aspecto organizacional

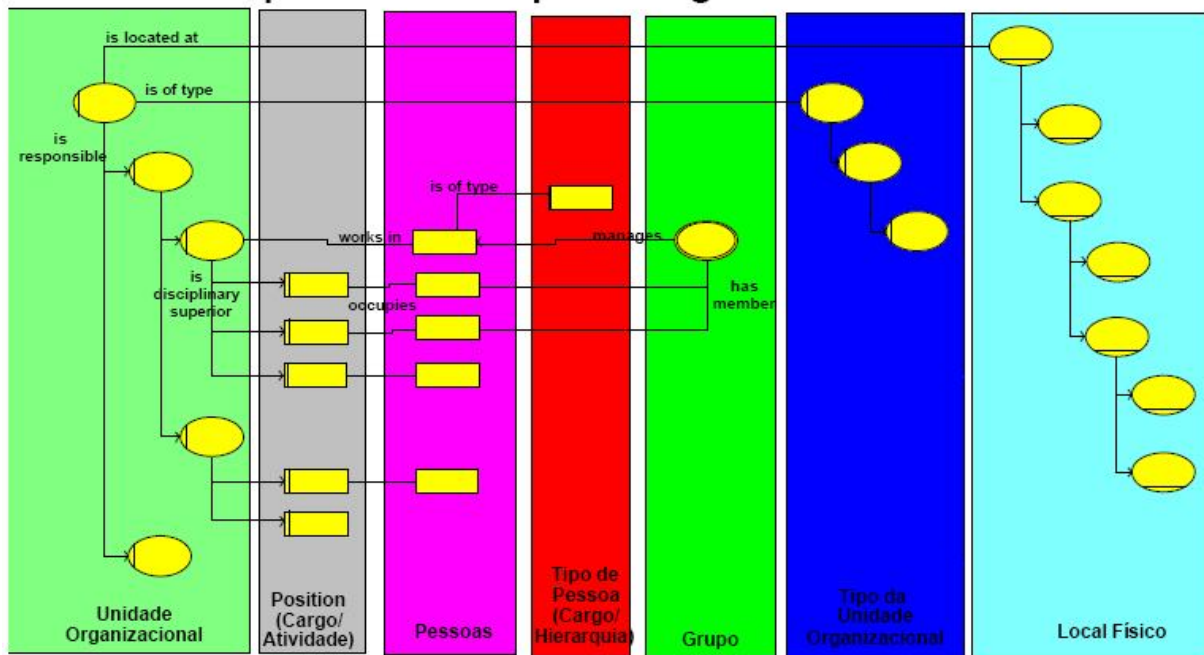


Figura 2.22– Organograma (ORG)
Fonte: Manual Treinamento Eletrônico ARIS

Verificando a modelagem apresentada na figura 2.22, observa-se na classificação dos objetos em forma de colunas, o mapeamento das unidades organizacionais, cargo / atividades, pessoas, hierarquia de pessoas ou tipo de pessoa, grupo, tipo de unidade organizacional e local físico.

Os demais métodos da visão organizacional, topologia de rede e protocolos, são utilizados para mapear os protocolos de rede.

b) Visão de Dados: Modelo Entidade Relacionamento (ERM), ou também MER, tem a função de modelar o banco de dados para representar as entidades e seus relacionamentos 1:1, 1:N e N:N, onde N é igual a muitos.

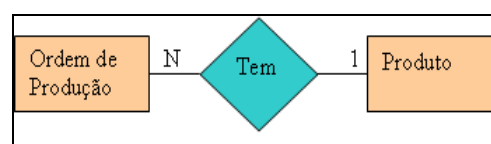


Figura 2.23- Diagrama de Entidade e Relacionamento (ERM)

A figura 2.23 apresenta um ERM que representa a relação entre as entidades Ordem de Produção e Produto, onde N, ordem de produção, tem um mesmo produto.

c) Visão de Controle: Cadeia de Valor Agregado (VAC). O seu objetivo é mapear os processos da empresa em alto nível. A figura 2.24 apresenta um VAC de 2 níveis, onde VAC – Segundo nível é um detalhamento de VAC – Primeiro nível, e, F1 (função 1) é detalhada em F1.1, F1.2, F1.3 e F1.4 em VAC - Segundo nível.

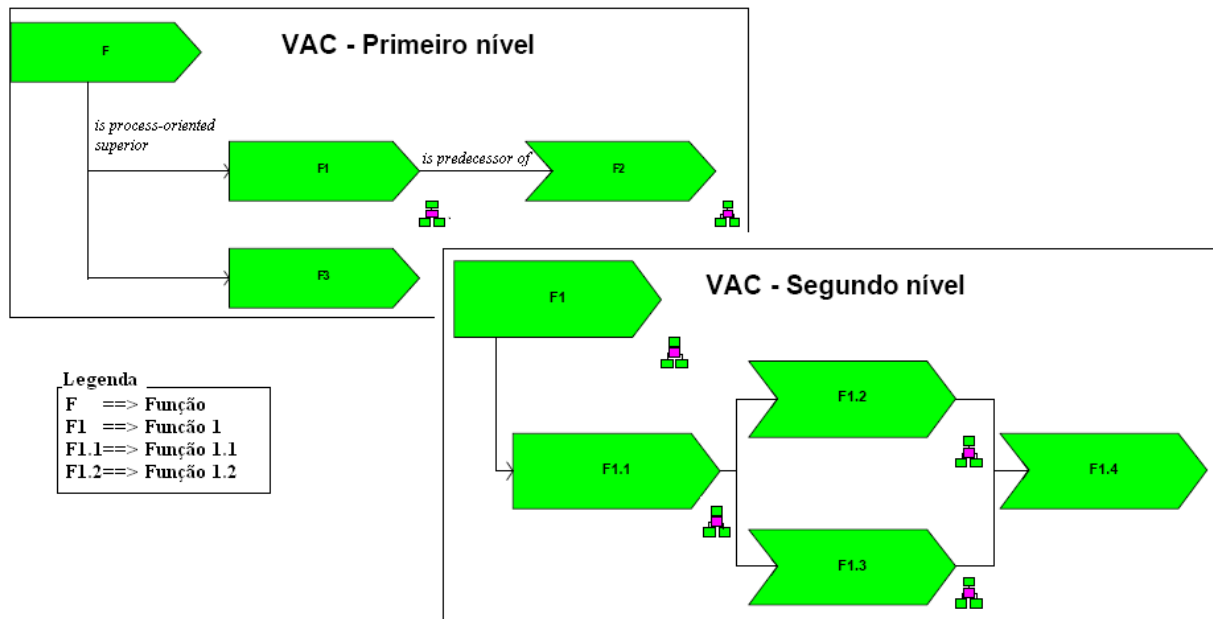


Figura 2.24- Cadeia de Valor Agregado
Fonte: Adaptação de Manual Eletrônico ARIS

Outros modelos que se destacam na Visão de Controle é o diagrama de alocação de funções (FAD). Seu objetivo é identificar e relacionar os recursos organizacionais e informáticos associados à execução de cada atividade. Ele pode ser utilizado em conjunto com a cadeia de processos orientada por eventos (EPC), o qual devido à sua função integradora é o principal método de toda a família ARIS. Como exemplo, a partir de um EPC é possível relacionar os demais elementos de outros métodos. Sua ocorrência é especificada por eventos, como: permitir relacionar quem é o responsável por uma determinada função. A notação evento é a base do método EPC devido à sua capacidade de representar o status de um determinado objeto e assim mapear o fluxo do processo. Veja a figura 2.7- Cadeia de Processos Orientada por Eventos (EPC).

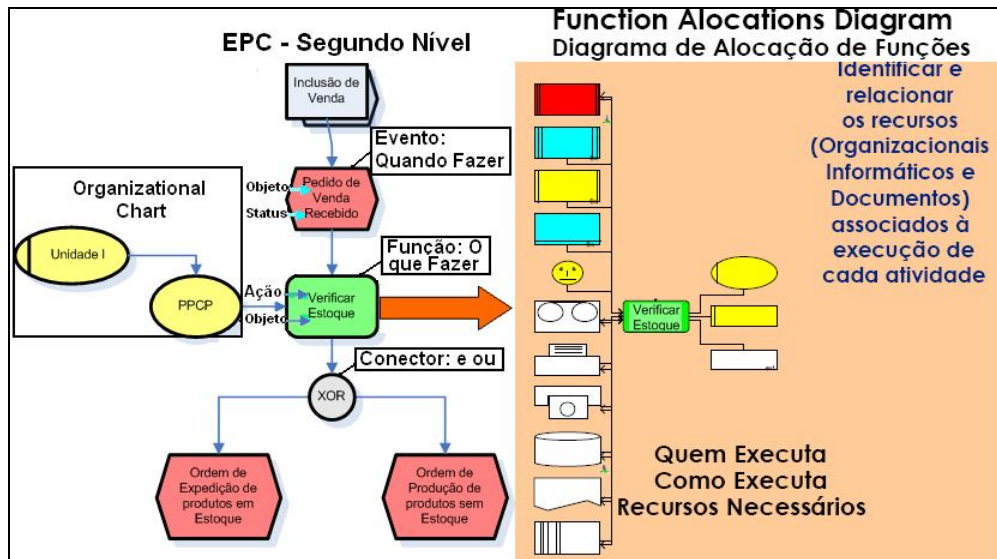


Figura 2.25- Cadeia de Processos Orientada por Eventos (EPC)
 Fonte: Adaptação do Manual Eletrônico ARIS

Para entender a figura 2.25, é importante observar a integração entre três modelos: organograma à esquerda, EPC no centro e FAD à direita da figura. Já, o EPC a sua composição contém três eventos (pedido de vendas recebido; ordem de expedição de produtos em estoque e ordem de produção de produtos sem estoque), uma função (verificar estoque) e um conector (do tipo e/ou), que indica que podem ocorrer dois eventos de forma simultânea ou alternada.

No EPC, o ponto focal é a função verificar estoque, pois ela está relacionada com o organograma, indicando que é da área de planejamento, programação e controle da produção (PPCP) da Unidade. O outro relacionamento é com o FAD apresentado do lado direito da figura. O diagrama de alocação de funções está também integrado ao EPC pela função verificar estoque. Ele também demonstra a possibilidade de descrever várias representações como: a tela de entrada dos dados no computador e a tabela do banco de dados onde as informações são gravadas.

Tratando-se especificamente o EPC (centro da figura 2.25), a função verificar estoque mapeia o que fazer, neste caso, mapeia a ação verificar mais o objeto estoque. Além de mapear ação e objeto, como descrito, relaciona-se com outros componentes, no caso desta figura a função está associada ao grupo PPCP, que por sua vez fica embaixo da unidade 1. Ambos os componentes são do tipo organograma (ORG).

Através da mesma figura, pode-se observar que o evento pedido de vendas recebido mapeia quando fazer, tanto a composição do objeto pedido de vendas, como a situação recebido. O componente evento é caracterizado por indicar a situação e não existe

relacionamento com outros componentes, senão do tipo função. O evento indica a situação após a função imediatamente anterior e antes da função imediatamente posterior.

O conector é outro componente existente nos diagramas EPC. Ele serve para conectar os diversos objetos do modelo, também indica a seqüência lógica do diagrama, pois, para cada tipo de relacionamento, deve ser utilizado um conector. Por exemplo, na figura 2.25, o conector XOR indica que os eventos ordem de expedição de produtos em estoque e ordem de produção de produtos sem estoque podem ocorrer de maneira simultânea ou exclusiva.

O último método da Visão de Controle é o diagrama de acesso físico (DAF). Na etapa de implantação do diagrama de acesso (DA) pode ser utilizado para especificar a ligação entre dados, funções e organização. No estágio de implementação ele pode ligar, respectivamente, os campos de tabelas com o de funções de programas, assim como indicar a sua localização física.

d) Visão Funciona: é composta por alguns modelos; um dos principais é a Árvore de Funções (FT) que é útil para descrever a hierarquia de funções da empresa até o nível de atividade, por exemplo, projetar, movimentar, etc. Outros diagramas da Visão Funcional são: tipo de sistema de aplicação para especificar cada tipo de aplicação (por exemplo: CAD, planilha, processador de texto, entre outros), diagrama de sistema de aplicação para especificar a licença de cada aplicação da empresa, diagrama de fluxo de informação (DFI) que permite especificar o fluxo de dados e diagrama de acesso para mostrar o fluxo de dados entre aplicações no estágio de projeto, mostrando também como os diferentes tipos de aplicações se comunicam. A modelagem de interface de sistema mostra o relacionamento entre as Aplicações de *Software*, os Módulos de *Software* (partes de programas) e as Funções de *Software*, ou seja, integra os níveis de projeto e implementação da visão função.

2.4.5 Modelagem de Processo de Negócio (MPN) e *Data Warehouse* (DW)

Como já explorado na seção 2.3, o data warehouse (DW) é definido como um repositório de dados gerenciais da empresa. Os dados contidos no DW é o resultado da carga dos dados brutos dos sistemas de origem e a transformação em informações gerenciais estratégicas. O entendimento dos processos de negócio é necessário em todo o processo de desenvolvimento do DW.

Os processos de negócio podem ser mapeados desde os sistemas de origem, como os próprios processos de carga para o DW é baseada em regras do negócio, são as regras gerenciais que geram a necessidade de informações para tomada de decisão. A figura 2.26 representa um processo de carga genérico de informações gerenciais para um Data Mart destino.

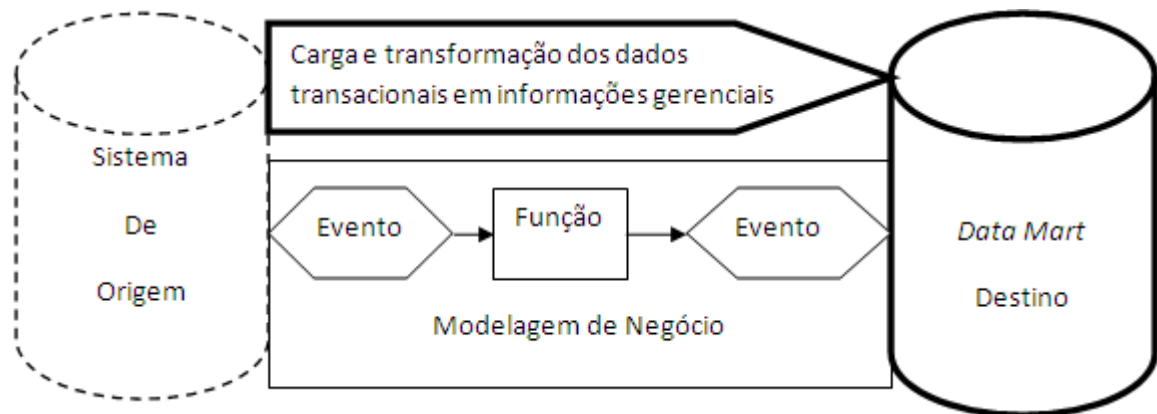


Figura 2.26 – Modelagem de Processo de Negócio e DW

A figura acima demonstra que para o processo de carga e transformação dos dados transacionais em informações gerenciais existe um modelo de negócio envolvido. Na prática o modelo de negócio muitas vezes fica implícito na carga e transformação, mas para o seu desenvolvimento é necessário entendê-lo para atender o objetivo final.

É importante destacar que não é apenas no processo de carga do DW que é necessária a modelagem de processo de negócio. Quando o analista estiver explorando os dados ou gerando relatório do DW, ele estará na verdade utilizando um modelo previamente desenvolvido com o critério do negócio. A modelagem de processo de negócio visa justamente formalizar os critérios e auxiliar no entendimento permitindo uma base de conhecimento para consulta futura e facilidade na manutenção de mudanças.

3 A INDÚSTRIA DE CALÇADOS E OS INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUFATURA ENXUTA

3.1 Introdução

Com o objetivo de entender e explorar parâmetros necessários ao desenvolvimento do objetivo final desta dissertação, o presente capítulo busca um aprofundamento das características da indústria de calçados e melhor conhecimento do ambiente de estudo. Nesta mesma linha de pensamento é feito um estudo exploratório dos indicadores da manufatura enxuta.

Primeiramente, na seção 3.2 é apresentada uma rápida caracterização da história da indústria de calçados no Brasil até os dias atuais. Nas subseções posteriores são explorados os assuntos volume de produção no Brasil e no mundo, processo produtivo da fabricação e modelo da produção.

Na seção 3.3 – Indicadores de Desempenho da Manufatura Enxuta são explorados, bem como assuntos relativos à medição de desempenho da ME. Nesta seção é feito um levantamento de algumas publicações relevantes e que possam ser utilizadas na prática por meio do atual trabalho.

3.2 Características da Indústria Calçadista Brasileira

3.2.1 Introdução

Conforme levantamento em ABICALÇADOS (2007), a indústria calçadista brasileira iniciou-se no Rio Grande do Sul, em junho de 1824, com a chegada dos primeiros imigrantes alemães. A primeira exportação brasileira em larga escala ocorreu em 1968, com o embarque das sandálias Franciscano, da empresa Strassburguer, para os Estados Unidos.

A indústria calçadista brasileira ocupa a terceira posição da balança comercial brasileira com US\$ 1,8 Bi. em exportações no ano de 2006.

Apesar da concentração de empresas de grande porte estar localizada no estado do Rio Grande do Sul, a produção brasileira de calçados vem gradativamente sendo distribuída em outros pólos, localizados nas regiões Sudeste e Nordeste do país, com destaque para o interior do estado de São Paulo nas cidades de Jaú, Franca e Birigui e, também, em estados emergentes, como Ceará e Bahia. Há igualmente um crescimento na produção de calçados no estado de Santa Catarina, região de São João Batista, vizinho do Rio Grande do Sul e em Minas Gerais na região de Nova Serrana (ABICALÇADOS, 2007).

Atualmente o parque calçadista brasileiro contempla mais de nove mil indústrias, que produzem aproximadamente 796 milhões de pares/ano, sendo que 180 milhões são destinados à exportação. Segundo a ABICALÇADOS (2007), o setor é um dos que mais gera emprego no país. Em 2005, cerca de 300 mil trabalhadores atuavam diretamente na indústria.

Observa-se que o setor calçadista difere em quantidade de indústrias de outros setores, como por exemplo, do setor automobilístico, que possui algumas montadoras e o capital está nas mãos de poucos. É fato que muitas dessas indústrias de calçados são terceirizações da mão de obra de grandes marcas nacionais e/ou internacionais, mas mesmo assim é possível identificar uma grande quantidade de fábricas de médio e pequeno porte com produção e marca própria.

Um fato que vem incomodando alguns setores da indústria brasileira são os produtos chineses. Na indústria calçadista não é diferente; por vezes o governo brasileiro é solicitado a intervir nas importações em socorro ao segmento. Embora o mercado interno possua alguma proteção, não se sabe até quando isso será possível. Assim, o problema continua, pois no mercado mundial os chineses avançam e assim não permitem o aumento das exportações brasileiras.

A indústria de calçados sempre foi caracterizada por altos e baixos, a sua demanda é muito sensível às turbulências da economia, da política, do clima e da moda. Não são necessários muitos fatores para alterar o ânimo dos consumidores e conseqüentemente o seu comportamento de compra. Após a globalização dos mercados, esse cenário ficou ainda mais complexo com a concorrência mundial. Segundo Rizzo (2004, p.163), “a abertura da economia depois de provocar queda da produção e do emprego, forçou o pólo calçadista a melhorar sua competitividade por meio de soluções que foram tomadas localmente para retomar o crescimento”.

Para Anderson (2001, p.1) “a indústria de calçados caracteriza-se, ao longo de sua história, por um constante processo migratório entre regiões geográficas que oferecem melhores condições de custo de mão de obra.” Conforme Garcia et al. (2005, p. 61), “outra característica é a existência de diversos segmentos de mercado neste ramo, como por exemplo: masculino, feminino, infantil, adulto, esportivo, sapato, tênis.” É possível de se encontrar em cada segmento uma grande variação de preços, qualidade, material e estilo entre os vários modelos e marcas, por exemplo a variação de material como couro, tecido, sintético, etc.

Embora exista uma alta variedade no cálculo do custo, a mão-de-obra é a grande vilã, principalmente dos produtos com menor valor agregado. Observando essa dificuldade pode-se perguntar: e a automação? Seria possível investir em desenvolvimento tecnológico para baixar o custo? Conforme conhecimento do setor, a indústria de calçados é de natureza intensiva em mão-de-obra e conforme Anderson (2001, p.1), “tem limitadas possibilidades de automação da produção”.

Na verdade, o principal problema de limitação à automação é por conta da característica artesanal de fabricação do calçado. As máquinas são pouco evoluídas, quando muito semi-automáticas; neste caso o operário abastece a máquina peça por peça. Mesmo no processo de corte, com a existência de corte a laser, devido ao formato irregular das peças, o cortador é quem sabe o melhor aproveitamento de uma pele, o que limita a possibilidade de automatização.

3.2.2 O Volume da Produção de Calçados no Brasil e no Mundo

Conforme apresentado na tabela 3.1 a seguir, o Brasil produziu 796 milhões em volume de pares e também no ano de 2006, a exportação foi de 180 milhões de pares, o que significa que 22,6% da produção brasileira naquele ano foi destinada à exportação. As importações de 19 milhões de pares são outro dado, então registra-se para consumo do mercado interno 3% de importação e 97% de produção própria. Com esses números, conclui-se que ao mesmo tempo em que a indústria brasileira não está evoluindo com o volume de exportação, também não está segurando o aumento das importações. Certamente 3% ainda é uma pequena participação, mas é importante observar que as importações aumentam ano após ano.

Pares	2006	2005	2004
Produção em Milhões	796	806	800
Exportação em Milhões	180	190	212
% Exportação / Produção	22,6%	23,6%	26,5%
Consumo Aparente em Milhões	635	633	597
Importação em Milhões	19	17	9
% Importação / Consumo	3,0%	2,7%	1,5%
Consumo Per Capita em Pares	3,41	3,42	3,26

Tabela 3.1– Mercado de Calçados no Brasil
Fonte: ABICALÇADOS, Resenha 2007

Continuando na Tabela 3.1, a linha Consumo *per Capita* em pares apresenta um parâmetro indicativo de expansão do consumo. Com esse dado pode-se observar que o aumento do consumo de 597 milhões de pares no ano de 2004, para 633 milhões de pares no ano de 2005 tem motivação de aumento do consumo *per Capita*.

Na Tabela 3.2 é apresentado o aumento nas importações. Consta-se que em 2006, 78,7% das importações de calçados foram de origem chinesa, com 14,6 milhões de pares, e preço médio em dólar de US\$ 6.01.

País	2006			2005			2004		
	Milhões de Pares	%	US\$ Médio	Milhões de Pares	%	US\$ Médio	Milhões de Pares	%	US\$ Médio
China	14.610.282	78,7%	6,01	13.795.636	81,4%	5,71	7.282.658	81,9%	6,30
Vietnã	1.949.659	10,5%	15,79	1.140.135	6,7%	15,15	332.789	3,7%	14,51
Indonésia	621.364	3,3%	10,53	566.348	3,3%	10,67	384.174	4,3%	11,54
Itália	69.051	0,4%	78,52	60.311	0,4%	54,39	52.883	0,6%	51,22
Tailândia	218.259	1,2%	14,51	267.436	1,6%	13,14	51.041	0,6%	15,57
Hong Kong	432.067	2,3%	5,77	390.190	2,3%	5,48	139.416	1,6%	5,10
Taiwan	200.344	1,1%	2,93	175.287	1,0%	3,44	106.909	1,2%	4,19
Coréia do Sul	58.071	0,3%	9,14	20.277	0,1%	6,94	106.719	1,2%	14,05
Coréia do Norte	19.804	0,1%	1,96	9.408	0,1%	15,67	120.694	1,4%	10,35
Outros Países	380.232	2,0%	8,83	522.394	3,1%	6,83	315.432	3,5%	8,66
Total	18.561.139	100%	7,58	16.949.427	100%	6,81	8.894.719	100%	7,34

Tabela 3.2– Importação Brasileira de Calçados por Origem
Fonte: Montagem ABICALÇADOS, Resenha 2007

Comparando-se o preço médio de US\$ de 6.01 da China para o ano de 2006 com as demais origens, por exemplo, do Vietnã de US\$ 15.79, da Indonésia de US\$ 10.53 e da Itália de US\$ 78.52, observa-se que o calçado chinês avança no mercado interno brasileiro com produtos de menor valor agregado. A seguir apresentam-se dados sobre as exportações.

País / Ano	2004		2005		2006	
	%	US\$	%	US\$	%	US\$
EUA	56,6%	1.027.184.855	50,2%	948.797.521	45,8%	853.601.978
Reino Unido	7,5%	136.201.624	9,5%	179.462.684	10,8%	200.775.419
Argentina	5,8%	104.702.469	6,0%	112.777.135	6,7%	125.211.811
México	3,8%	68.702.291	3,1%	57.704.533	2,4%	44.004.348
Espanha	2,1%	37.816.368	2,8%	52.530.235	2,8%	52.831.702
Itália	0,8%	14.029.082	2,1%	40.358.177	3,0%	55.049.654
Canadá	2,8%	50.503.999	2,7%	51.101.879	2,9%	53.793.102
+ 130 Países	20,6%	374.871.053	23,6%	448.827.201	25,6%	477.851.165
Totais	100,0%	1.814.011.741	100,0%	1.891.559.365	100,0%	1.863.119.179

Tabela 3.3 – Exportações Brasileiras por Destino
Fonte: Montagem ABICALÇADOS, Resenha 2007

Analisando-se as exportações brasileiras pela tabela 3.3, nota-se que uma característica relevante é a alta participação dos Estados Unidos, mas também se observa que, embora as exportações aos Estados Unidos venham diminuindo desde 2004, o valor total mantém-se estável no Brasil, devido ao aumento das exportações para outros países.

Para concluir, a Tabela 3.4 apresenta uma visão dos principais países produtores em relação ao consumo mundial de calçados.

Ano		2005		2004		2003	
Pares em milhão =>		Pares	%	Pares	%	Pares	%
Produção por País	China	9.000	68,23%	8.100	61,96%	7.043	57,89%
	Índia	909	6,89%	850	6,50%	780	6,41%
	Brasil	762	5,78%	755	5,78%	665	5,47%
	Indonésia	580	4,40%	533	4,08%	507	4,17%
	Vietnã	525	3,98%	445	3,41%	417	3,42%
	Demais Países	1.415	10,73%	2.389	18,28%	2.755	22,64%
Consumo Mundial		13.191		13.072		12.166	

Tabela 3.4– Mercado Mundial de Calçados
Fonte: Montagem ABICALÇADOS, Resenha 2007

Os números da tabela 3.4 acima deixam claro o comportamento mundial do mercado de calçados. Observando o aumento de participação da China de 2003 com 57,89% saltando para 68,23% em 2005, e relacionando com a estabilidade dos principais produtores mundiais, Índia, Brasil, Indonésia e Vietnã, esses dados apresentados sugerem que os calçados da China avançam principalmente nos países consumidores, em relação ao restante do mundo.

3.2.3 O Processo Produtivo da Fabricação do Calçado

Conforme Diedrich (2002, p.22) o processo produtivo de fabricação de calçados é composto por um número de setores estreitamente ligados ao tamanho da empresa. Nesse sentido e observando a figura 3.1, podemos destacar que nas últimas décadas, os setores produtivos de fabricação de calçados permaneceram praticamente inalterados.

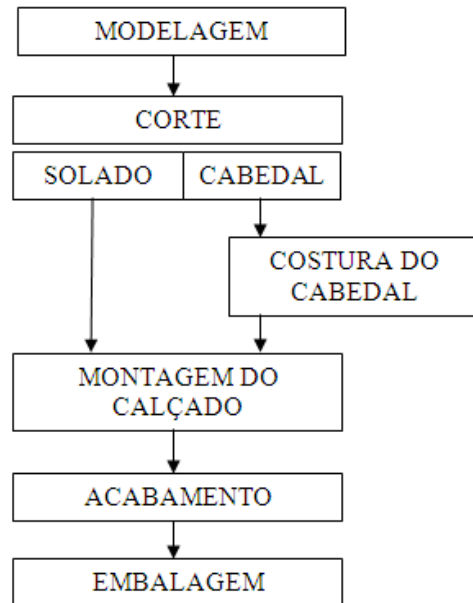


Figura 3.1– Distribuição dos Setores na Fábrica de Calçados
 Fonte: Fensterseifer (1995) *apud* Junqueira (2006).

A figura 3.1 apresenta um modelo simplificado dos setores chão de fábrica de calçados, embora ocorram diferenças conforme a linha do calçado, por exemplo: uma linha de produção de calçados feminino pode ser totalmente diferente de outra de calçados masculino. É correto dizer que os processos principais como corte, costura e montagem não mudam¹¹.

3.2.4 Modelo da Produção de Calçados

O mercado de calçados é essencialmente dinâmico. Normalmente são dois grandes lançamentos por ano, chamados de coleção inverno e verão, de acordo com a época do ano. Essa é uma exigência de mercado para com as empresas de marca própria, que ficam obrigadas a planejar seu investimento em marketing, prever uma alta variedade de modelos e cores, atender às grades de tamanhos inerentes à faixa de público infantil, juvenil e adulto, conforme o foco de mercado de cada empresa.

Esse contexto provoca, principalmente nas empresas de menor porte, a adoção de objetivos pelo modelo de produção *make-to-order* puro. Os diretores e geralmente sócios das pequenas e médias empresas almejam fazer a produção trabalhar exclusivamente para atender à carteira de pedidos confirmados, pois diminuir estoque significa menor risco e menor capital de giro. Mesmo empresas com maior capital de giro e com produção *make-to-*

¹¹ Mais detalhes dos processos de construção do calçado são encontrados em Junqueira (2006); Diedrich (2002) e Gracia (2005).

order, mantêm determinado nível de estoque de materiais, principalmente dos itens menos vinculados a risco de tendência de moda e/ou outros riscos.

O principal obstáculo à adoção do modelo *make-to-order* puro é o aumento do tempo de entrega. Os clientes das fábricas de menor porte são geralmente pequenos lojistas, não programam as suas compras e buscam entregas rápidas, cuja combinação não beneficia o modelo *make-to-order*.

De outro lado, nos períodos de alta demanda pode ocorrer sobrecarga na capacidade de produção. Um recurso alternativo utilizado para aumentar a capacidade de produção é a terceirização ou subcontratação de mão-de-obra. Essa subcontratação pode ser para uma linha completa ou para partes do processo de fabricação. Essa é uma prática comum em empresas de maior porte, com marca forte no mercado e, conseqüentemente, maior volume de vendas.

A figura 3.2, a seguir, ilustra com clareza o processo descrito anteriormente.

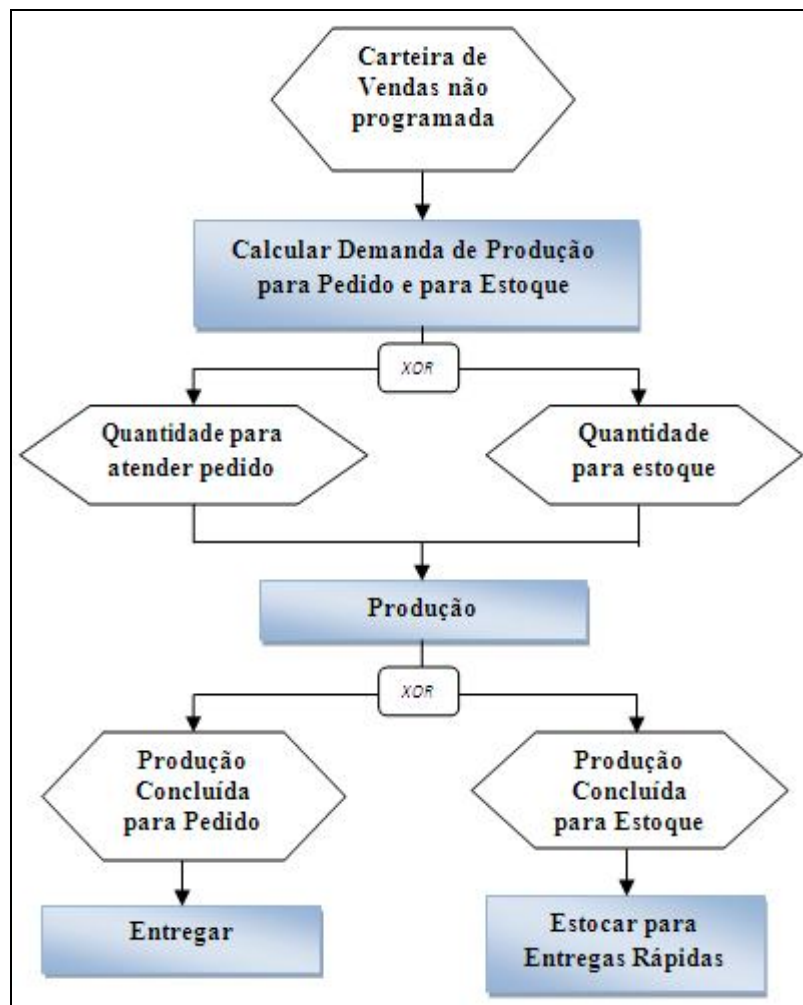


Figura 3.2 – Modelo da Produção de Calçados

Conforme se pode verificar na figura 3.2, a programação da produção é feita a partir da carteira de vendas não programada, ou a partir dos pedidos de clientes aprovados e que ainda não foram programados na produção. O resultado do cálculo da demanda de produção são duas quantidades: quantidade de pares a produzir para pedido ou *make-to-order* e quantidade de pares para estoque ou *make-to-stock*. O fluxo da produção leva as quantidades produzidas para dois caminhos: ou a produção é entregue ao cliente final, ou é estocada para atender entregas rápidas.

3.3 Indicadores de Desempenho da Manufatura Enxuta

3.3.1 Introdução

Antes de explorar os indicadores da manufatura enxuta (ME), é necessário definir o indicador de desempenho e o sistema de medição de desempenho (SMD), portanto segundo Neely (1999), indicador de desempenho é um procedimento para se medir a eficiência e a eficácia de uma ação e SMD pode ser definido como um grupo de medidas que quantifica a eficiência ou eficácia de uma ação. Conforme Franco-Santos *et al.* (2007), SMD é um conjunto de processos desenvolvido para gerenciar a implementação de uma estratégia empresarial, comunicando sua situação e influenciando as ações dos envolvidos.

Dentre as evoluções da ME estão os estudos de medição de desempenho da própria ME, alguns trabalhos já foram publicados para medir desempenho da ME, como por exemplo, Sánchez e Pérez (2001), De Toni e Tonchia (1996), Dennis *et al.* (2000), Sshah e Ward (2002), Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008). O trabalho de Attadia e Martins (2003) discute sistema de medição de desempenho (SMD) como base para melhoria contínua.

Conforme Martins e Costa Neto (1998, p.304) “os sistemas tradicionais de medição, buscam unicamente a medição em termos de uso eficiente de recursos, são inadequados e incompatíveis às novas tecnologias, às novas formas de organização da produção e aos novos conceitos e filosofias da administração”. Segundo Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008), esta é exatamente a situação da ME. Está faltando a este novo paradigma um sistema de avaliação de desempenho consistente e que principalmente seja de fácil aplicação prática.

3.3.2 Os Indicadores da Manufatura Enxuta

Os autores Sánchez e Pérez (2001) relacionam trinta e seis indicadores e os classificam em seis grupos conforme seus princípios enxutos.

A tabela 3.5 apresenta os trinta e seis indicadores, onde a coluna código identifica o grupo e o número do indicador, a coluna descrição apresenta um descritivo do indicador e a coluna mudança é a indicação da tendência necessária para representar o desempenho (ver notação abaixo da tabela). Os seis grupos de indicadores são os seguintes: i) Eliminação das atividades que não agregam valor (EF1 até EF6); ii) Melhoria contínua (MC1 até MC8); iii) Equipes multifuncionais (EQ1 até EQ5); iv) Produção e entrega *just in time* (P1 até P5); v) Integração de fornecedores (I1 até I7); vi) Sistemas de informação flexíveis (S1 até S5).

Código	Descrição	Mudança
EF1	Porcentagem de partes comuns nos produtos da companhia	↓
EF2	Valor do trabalho em andamento em relação a vendas	↑
EF3	Giro do Estoque	↓
EF4	Número de vezes e distância que as partes são transportadas	↑
EF5	Quanto tempo é necessário para mudança de dados	↑
EF6	Porcentagem de manutenção preventiva sobre total de manutenção	↓
MC1	Número de Sugestões por empregado e ano	↑
MC2	Porcentagem de sugestões implementadas	↑
MC3	Lucros e ou benefícios gerados pelas sugestões	↑
MC4	Porcentagem de inspeção	↑
MC5	Porcentagem de retrabalho na linha de produção	↑
MC6	Porcentagem de tempo de máquina parada por mal funcionamento	↓
MC7	Valor de peças e retrabalho em relação a vendas	↓
MC8	Número de pessoas dedicadas prioritariamente para controle da qualidade	↓
EQ1	Porcentagem de empregados trabalhando em equipes	↑
EQ2	Número e porcentagem de tarefas desempenhadas em equipe	↑
EQ3	Porcentagem de empregados com rotatividade de tarefas na companhia	↑
EQ4	Frequência média de rotação de tarefas	↑
EQ5	Porcentagem de líderes de equipe eleitos pela própria equipe	↑
P1	Lead time de pedido de clientes	↓
P2	Porcentagem de peças entregues just in time pelos fornecedores	↑
P3	Nível de integração entre a entrega do fornecedor e o sistema de informação de produção da companhia	↑
P4	Porcentagem de peças entregues just in time entre a seção e a linha de produção	↑
P5	Tamanho de lote de produção e entrega	↓

Tabela 3.5- Indicadores de Desempenho da Manufatura Enxuta (Continuação)

I1	Porcentagem de peças co-projetadas com fornecedores	↑
I2	Número de sugestões feitas aos fornecedores	↑
I3	A frequência com que os técnicos dos fornecedores visitam a companhia	↑
I4	A frequência com que os fornecedores da companhia são visitados por técnicos	↑
I5	Porcentagem de documentos trocados com fornecedores por intercâmbio de dados eletrônico (EDI) ou <i>Intranets</i>	↑
I6	Tempo médio de contrato com os principais fornecedores	↑
I7	Número médio de fornecedores das principais peças	↓
S1	A frequência com que é dada informação a empregados	↑
S2	Quantidade de reuniões informativas entre a alta gerência e os empregados	↑
S3	Porcentagem de procedimentos que são documentados na companhia	↑
S4	Porcentagem de equipamento de produção que é integrado por computador	↑
S5	Número de decisões feitas por empregados sem controle de supervisor	↑

Tabela 3.5- Indicadores de Desempenho da Manufatura Enxuta
Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

Notação: ↑ o indicador deve aumentar para indicar o progresso da manufatura enxuta, e ↓ o indicador deve diminuir para indicar o progresso da manufatura enxuta.

O nível de aplicação dos indicadores apresentados na tabela 3.5 foi testado através de uma pesquisa *survey* encaminhada por correio para 107 companhias com mais de 50 empregados na região da Espanha. O resultado da pesquisa pode ser verificado em Sánchez e Pérez (2001). Na verdade, considerando-se que a pesquisa não indica como as empresas coletaram os dados de cada indicador, a metodologia utilizada pode ter sido diferente para cada pesquisa retornada. Outro ponto é que se a metodologia de coleta dos dados empregados não permitir medições periódicas, a empresa não tem possibilidade de conhecer sua evolução com o decorrer do tempo.

Outra colocação de Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008) é que é necessária a avaliação da contribuição da ME para o aumento das competitividades das empresas. Neste sentido os autores apresentam uma metodologia baseada em três características e apresentam uma nova lista de 45 indicadores baseados na abrangência chão de fábrica, empresa e cadeia de suprimentos.

- I. Objetivos: Os indicadores devem medir a evolução da empresa nos objetivos de desempenho da produção priorizados pela empresa;
- II. Abrangência da implantação: Chão de fábrica, empresa e cadeia de suprimentos são as três possíveis abrangências que os indicadores devem medir. A abrangência empresa se refere aos princípios

relacionados a outras áreas da empresa que não especificamente ao chão de fábrica, como: projeto, recursos humanos, finanças, etc;

- III. Grau de implantação dos princípios: Define-se se serão utilizados dados reais, quando os princípios já estão implantados, ou se se fará simulação, quando se estudar a implantação dos princípios enxutos, para avaliar a ME.

Indicadores para medir o desempenho da Manufatura Enxuta no chão de fábrica
1. Quantidade de tempo necessário para alterações na linha de produção (tempo de <i>set-up</i>)
2. Tamanho dos lotes de produção
3. Quantidade de Estoque em processo/Tempo de fila
4. Tempo de fluxo médio
5. Número de vezes e distância percorrida pelas peças no chão de fábrica
6. Necessidade de espaço físico no chão de fábrica
7. Percentual de manutenção preventiva sobre a manutenção total
8. Percentual das inspeções realizadas por meio do controle autônomo de defeitos
9. Percentual de peças defeituosas corrigidas pelos trabalhadores na própria linha
10. Número de horas-máquina paradas devido a quebras em relação ao total do tempo da máquina
11. Custo/Tempo de refugo e retrabalhos
12. Custo unitário de produção
13. Produtividade de mão de obra
14. Número de pessoas dedicadas a atividades de controle de qualidade
15. Número de pessoas no chão de fábrica
16. Utilização de meio de transporte de materiais no chão de fábrica
17. Percentual de peças entregues <i>just in time</i> entre seções da produção
Indicadores para medir o desempenho da Manufatura Enxuta na empresa
1. Percentual de peças comuns nos produtos da empresa
2. Valor do estoque em processo em relação ao valor das vendas
3. Giro anual de estoque
4. Número de sugestões dos empregados
5. Percentual das sugestões implementadas
6. Economia ou benefícios das sugestões
7. Valor do refugo/retrabalho em relação às vendas
8. Percentual dos empregados trabalhando em equipes
9. Número e porcentagem de tarefas realizadas pelas equipes
10. Percentual de empregados que realizam várias tarefas na empresa
11. Frequência média da rotação das tarefas
12. Percentual dos líderes de equipes que são eleitos por sua própria equipe de trabalho
13. Frequência com que as informações são repassadas aos empregados

Quadro 3.1– Indicadores de Desempenho para medir Desempenho da ME Conforme Abrangência(Continuação)

14. Número de reuniões informativas entre os gerentes e os empregados
15. Percentual de procedimentos escritos arquivados na empresa
16. Percentual de equipamentos de produção integrados por computador
17. Número de decisões que os empregados podem tomar sem controle do supervisor
Indicadores para medir o desempenho da Manufatura Enxuta na cadeia de suprimentos
1. <i>Lead time</i> dos pedidos dos clientes
2. Percentual das peças entregues just in time pelos fornecedores
3. Nível de integração entre as entregas dos fornecedores e o sistema de controle de produção da empresa
4. Percentual de peças e componentes projetados em parceria com os fornecedores
5. Número de sugestões realizadas pelos fornecedores
6. Frequência com que os técnicos dos fornecedores visitam a empresa
7. Frequência com que os fornecedores são visitados por técnicos da empresa
8. Percentual de documentos trocados com fornecedores por transferência eletrônica de dados (EDI) ou <i>Intranet</i>
9. Duração média dos contratos com os mais importantes fornecedores
10. Número médio de fornecedores para as peças mais importantes

Quadro 3.1– Indicadores de Desempenho para medir Desempenho da ME Conforme Abrangência
 Fonte: Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

Para a utilização dos indicadores apresentados no quadro 3.1, é importante destacar que os autores criaram uma metodologia de decisão para selecionar conforme o perfil da empresa. Observe que a figura 3.3, a seguir, apresenta um fluxograma de decisões podendo chegar em seis situações diferentes, onde cada situação representa uma lista de indicadores.

O detalhamento da metodologia pode ser encontrado em Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008), mas entende-se a partir da figura 3.3 a que cada abrangência selecionada: chão de fábrica, empresa e cadeia de suprimentos, a árvore de decisão leva para um caminho diferente e a próxima decisão é o objetivo da aplicação em dados reais ou dados simulados. Cada caminho selecionado leva a uma das seis situações e conseqüentemente a uma lista de indicadores. Esta sugestão ocorre em função dos sistemas de manufatura enxuta apresentarem diferentes níveis de utilização entre as companhias.

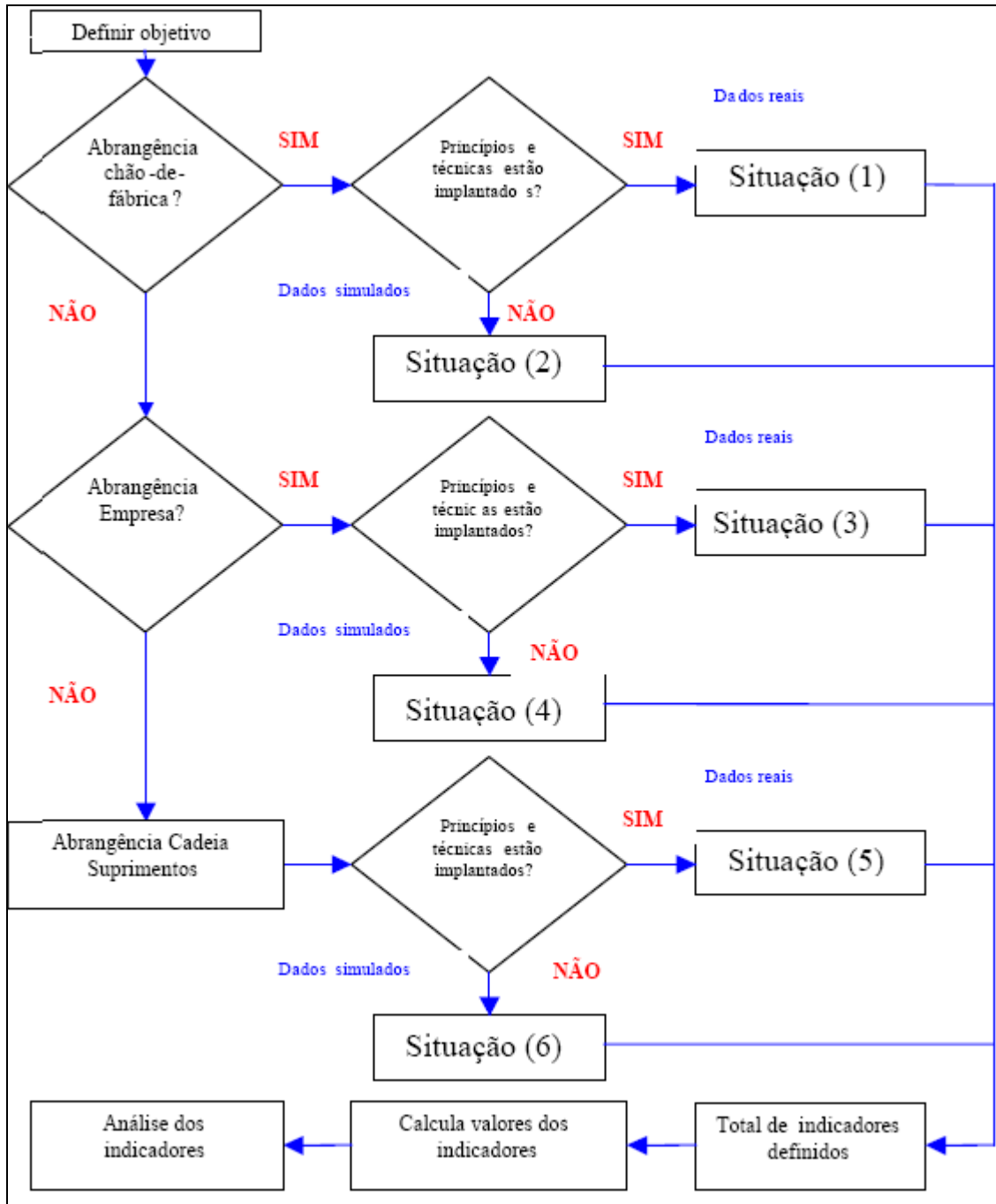


Figura 3.3 - Avaliação de *Performance* de um Sistema de Manufatura Enxuta
 Fonte: Dias, Fernandes e Godinho Filho (2008)

Depois de definida a situação e também a lista de indicadores daquela situação conforme a especificação da metodologia, os próximos passos serão calcular os valores dos indicadores e analisá-los.

É possível observar escassez de pesquisas com foco na estruturação da coleta dos dados para alimentação dos indicadores de manufatura enxuta (ME). Conforme Takashina e Flores (1996) apud Martins e Costa Neto (1998, p.308), os indicadores de desempenho da qualidade devem ter:

- a) Um índice associado (forma de cálculo) bem explícito e se possível simplificado;
- b) Uma frequência de coleta;
- c) Uma designação dos responsáveis pela coleta dos dados.

É justamente a falta desta estruturação de coleta de dados que abre a lacuna já apresentada na justificativa do problema de pesquisa, no capítulo de introdução. Com base nesta lacuna é possível tecer as seguintes observações referente aos indicadores desenvolvidos para medir ME e propor contribuições.

Considerando que o principal objetivo dos indicadores existente na literatura é medir o estágio da ME dentro das empresas, a estruturação da coleta de dados normalmente é feita por meio de questionários enviados e retornados por correio, ou então através de entrevistas onde o pesquisador observa, questiona e coleta os dados diretamente no ambiente. Estes tipos de coleta de dados dificultam o apontamento em períodos mais frequentes, pois não é prático o envio constante de questionários ou contínuo acompanhamento direto do processo para coleta dos dados.

Outra colocação é que medir o estágio da ME dentro das empresas permite saber qual o nível de implementação da ME nas empresas, mas qual é o suporte á decisão que esta informação contribui? Se existir dados comparativos entre períodos, é um tipo de informação que pode auxiliar na própria implementação da ME, mas é incoerente acompanhar diariamente ou semanalmente a evolução da implementação da ME.

Porém, também é verdade que vários dos indicadores desenvolvidos e testados nos moldes colocados acima dizem respeito ao cotidiano das empresas, conforme pode ser observado no quadro 3.1 podem ser utilizados não apenas para medir o nível de implementação da ME, mas para gestão da empresa no dia a dia.

Desta forma, para implementar os indicadores no cotidiano das empresas, a estratégia de coleta deve ser integrada ao sistema de informação. Isso vai permitir um tipo e objetivo de suporte á decisão de curto prazo. O indicador de produtividade ou perdas, por exemplo, pode ser analisado a partir de um acompanhamento diário até períodos maiores como semanal, mensal e etc...

Portanto, buscando preencher a lacuna explicitada acima, o próximo capítulo é dedicado á modelar e desenvolver uma aplicação de gerenciamento dos indicadores da ME através das técnicas de *Data Warehouse* (DW) e *Business Intelligence* (BI) e com a coleta de dados estruturada e automatizada.

4 CONSTRUÇÃO DA APLICAÇÃO

4.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar o desenvolvimento da aplicação propriamente dita. As seções são distribuídas conforme os passos necessários para o desenvolvimento do DW desde o planejamento, a análise e o desenvolvimento. Este capítulo responde aos objetivos específicos e gerais propostos pela atual dissertação.

Na seção 4.2, Planejamento do Projeto, será apresentada uma preparação para o desenvolvimento, a motivação do desenvolvimento do projeto, o estabelecimento de escopo e justificativas, o planejamento de recursos e atividades.

Na seção 4.3, Definição de Requisitos de Negócio, uma lista de requisitos de negócio é explorada a partir da literatura existente, especificamente os sete grupos de desperdício da manufatura enxuta. O diagrama da figura 4.1 está dividido em três caminhos paralelos. A Definição de Requisitos é o passo necessário para iniciar os três caminhos que seguem nas próximas seções: tecnológico, de dados e projeto, e de desenvolvimento.

Na seção 4.3.1, Projeto Técnico de Arquitetura, Seleção e Instalação de Produto, é explorada a questão tecnológica, dos recursos necessários, iniciando com a arquitetura da solução e concluindo com a seleção e instalação do produto, desta maneira Kimball “destaca que a seleção de produtos não é a primeira caixa do diagrama. É um erro freqüente selecionar produtos sem antes ter entendimento claro da necessidade” (2002, p.382).

A seção 4.3.2, Modelagem Dimensional, Projeto Físico e *Data Staging Area* (DSA) apresentam a transformação dos requisitos de negócio definidos na seção 4.3 em modelo dimensional de dados. A conclusão desta fase é a geração da estrutura física do banco de dados, com os indicadores e dimensões na linguagem técnica de desenvolvimento do DW. A outra atividade não menos importante desta fase é a projeção e o desenvolvimento dos processos ETL, ou *Data Staging Area* (DSA), já que neste ponto são desenvolvidas regras de negócio para carga e composição dos indicadores e dimensões identificados.

A seção 4.3.3, Especificação e Desenvolvimento da Aplicação Analítica apresenta o terceiro e conclusivo caminho. Nesta etapa é apresentado o acabamento analítico da aplicação, camada final que permite aos usuários acessarem os modelos parametrizados e especificados de forma a satisfazer suas necessidades de negócio. Esse acabamento é o último passo que possibilita a verificação dos resultados num ambiente de teste, que também é o último objetivo específico deste trabalho.

Na seção 4.4, Distribuição, discute-se a questão do treinamento e suporte para uma boa distribuição das informações do DW dentro da empresa.

Na seção 4.5, Manutenção e Crescimento, são apresentadas as necessidades do gerenciamento contínuo para garantir que o *Data Warehouse* e a sua comunidade de usuários permaneçam saudáveis e equilibrados para aproveitarem o investimento.

4.2 Planejamento do Projeto

4.2.1 Introdução

Para servir de guia no planejamento e gerenciamento do projeto, será utilizado o diagrama proposto por Kimball (2002) e apresentado pela figura 4.1. Nele são encapsuladas as atividades principais do ciclo de vida dimensional do negócio. O diagrama ilustra a seqüência de tarefas, a dependência e a concorrência entre elas. É importante dizer que as caixas não refletem uma cronologia absoluta, apesar de estarem distribuídas uniformemente: há muita diferença no tamanho do esforço e tempo necessário para cada atividade.

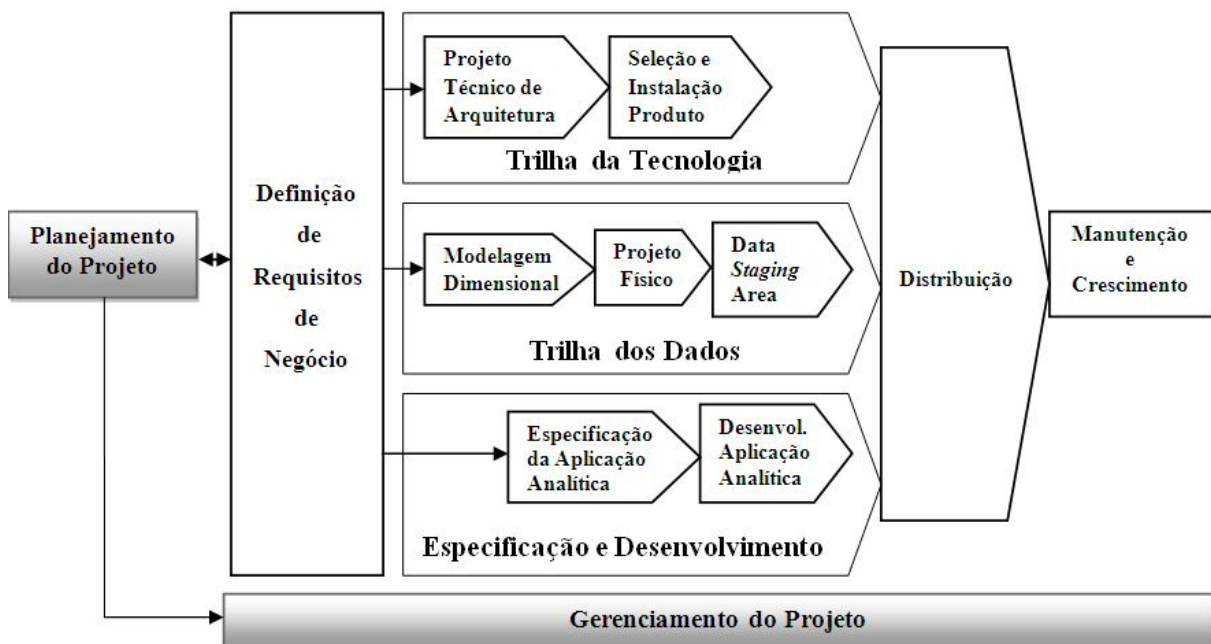


Figura 4.1– Diagrama do Ciclo de Vida Dimensional do Negócio
Fonte: Kimball (2002, p.381)

Percorrendo o diagrama da esquerda para a direita, a caixa Planejamento do Projeto é a primeira etapa para planejar da definição até a manutenção e o crescimento. Outra atividade global é o gerenciamento contínuo do projeto que acompanha em paralelo todas as demais atividades e responde pelo gerenciamento dos resultados.

Antes de iniciar as atividades de desenvolvimento do *Data Warehouse*, é importante dedicar tempo e esforço na avaliação da preparação da empresa para receber o

projeto. Kimball (2002, p.383) relaciona cinco principais fatores que determinam o sucesso de projetos de *Data Warehouse*. Segue a relação em ordem de importância:

1. Ter um patrocinador forte na área de negócio que seja cliente do DW. Ele deve estar pessoalmente convencido do valor do projeto, sem deixar de ser realista;
2. Ter motivação forte e convincente para a construção do *Data Warehouse* baseada nas necessidades do negócio;
3. Ter viabilidade técnica ou de recursos e viabilidade de dados. Esta última, a mais importante, pois não existe reparo em curto prazo quando a coleta dos dados da origem não é pura e de granularidade correta;
4. Ter bom relacionamento entre as áreas de negócio e a área de TI;
5. Possuir cultura analítica. Quanto mais os analistas de negócios tomarem decisões baseados em fatos e números e menos em intuição, tanto quanto será maior a colaboração para o sucesso do projeto. Conforme Serra (2002), outro aspecto a ser definido é o início e o fim do escopo do projeto. Alguns parâmetros devem ser considerados para definição do escopo: quantidade de usuários, localização dos usuários, nível de treinamento necessário, disponibilidade e qualidade dos recursos, conhecimento, quantidade e qualidade das origens.

Kimball (2002) ainda defende outro processo no planejamento do DW, a justificativa. Neste processo é necessário estimar as vantagens e os custos, o objetivo é que as vantagens antecipadas compensem os custos. É esperado que a empresa determine as vantagens financeiras com a construção do *Data Warehouse*.

Outro passo que não pode faltar no planejamento é a definição da equipe. Kimball (2002) discute listas de funções da equipe de trabalho dividida em área de negócio e área de TI. Vale lembrar que o foco deste trabalho é o desenvolvimento dos requisitos e o *Data Mart*, e não a implantação do DW, por isso, este assunto não será mais explorado.

É importante reafirmar que a nomenclatura *Data Warehouse* (DW) e *Data Mart* (DM) se confundem, conforme já descrito. Para Kimball (2002, p. 12) o DW é uma série de DM integrados, e um DM é uma parte do todo que compõe a área de apresentação. Logo um DM representam-se os dados de um único processo de negócio e portanto os aspectos de planejamento explorados até aqui são válidos tanto para construção de um DW, quanto para a construção de um DM.

4.2.2 Motivação do Projeto

Com base no modelo de planejamento apresentado anteriormente, algumas considerações são necessárias para a preparação do ambiente e motivação do desenvolvimento deste projeto. Como descrito na introdução, o foco deste trabalho é desenvolver uma proposta de modelagem de banco de dados DW baseado nos requisitos de manufatura enxuta com foco na indústria de calçados. Portanto, o objetivo não é estudar metodologia de implantação ou mesmo implantação e treinamento de DW, mesmo assim, é fundamental a verificação do modelo em questão no aspecto de negócio. Por isso, os tópicos explorados abaixo são relacionados aos requisitos de negócio.

- O patrocinador: será representado pelo diretor industrial. Por se tratar de um projeto de pesquisa e não de estratégias de implantação, a importância do patrocinador muda de foco, passa a ser menos política e mais técnica, por isso deverá ser indicado um perito da empresa na área de negócios com capacidade na validação dos requisitos;

- O embasamento no negócio: passa a ocupar lugar de extrema importância por se tratar de projeto de pesquisa. A revisão da literatura, a validação do modelo numa empresa de calçados, a experiência do autor desta dissertação na indústria de calçados com a construção de DW, e por fim, a escolha adequada da banca, são pontos fundamentais na contribuição deste trabalho;

- Disponibilidade de Recurso: em termos de recurso, o projeto é viável, pois existe ferramental e conhecimento disponível em *hardware e software*, manufatura enxuta e indústria de calçados. No caso da viabilidade de dados, pode existir variação de caso a caso, isto devido à indústria de calçados estudada apresentar ambiente propício para o estudo de caso, pois já existe projeto de implantação de manufatura enxuta em andamento, sistema ERP implantado e DW implantado em áreas administrativas;

- O relacionamento entre TI e áreas de negócio: por se tratar de assunto interno da empresa, com pouca dependência da área de TI, esse é um fator com pouca influência no desenvolvimento deste projeto;

- Cultura analítica: a empresa Teste já apresenta perfil indicado por possuir DW implantado em áreas administrativas de vendas e financeiro.

- O escopo do projeto: o projeto possui escopo bem definido por se tratar especificamente dos requisitos gerenciais dos sete grupos de desperdício da manufatura enxuta.

A justificativa do projeto está descrita na seção 1.2 Justificativa.

4.3 Definição de Requisitos de Negócio

4.3.1 Introdução

É absolutamente essencial entender os requisitos dos usuários e se adequar às suas necessidades, para obter um *Data Warehouse* bem-sucedido (KIMBALL, 2002, p. 390). Dessa maneira, deve-se entender o termo “requisitos dos usuários” devido à influência da adequação ao ambiente da empresa, levando-se em consideração sistemas de origem, recursos disponíveis, cultura analítica e etc, pois empresas possuem ambientes diferentes. Um determinado requisito viável e/ou importante numa empresa pode não se apresentar da mesma forma em outra. Portanto, conclui-se que numa proposta mais pura de construção de requisitos e restrições específicas de ambiente, não se invalidam a importância e necessidade de um determinado requisito, logo, para esse projeto, é essencial entender e adequar os requisitos de negócio de maneira geral.

O processo de definição de requisitos é um exercício investigativo, normalmente resultado de entrevistas, reuniões com gestores de negócio, análise de planilhas eletrônicas, relatórios, etc. Conforme Kimball (2002, p.391) a definição dos requisitos ocorre através de encontros com representantes dos usuários e ao mesmo tempo combinando seções de dados com especialistas do sistema de origem e do negócio.

4.3.2 Lista de Requisitos de Negócio

Conforme já explorado na seção 2.3.4, Eliminação de Perdas na Manufatura Enxuta na ME, encontraram-se sete grupos de perdas, e a origem de todas elas é a superprodução. Deste ponto em diante, serão relacionados requisitos analíticos para cada grupo de perda.

Antes de relacioná-los, destaca-se neste trabalho que o envolvimento com especialistas do sistema de origem e especialistas no assunto, ocorrerá somente na fase de experimentação da solução e que os requisitos apresentados a seguir são definições baseadas na literatura de manufatura enxuta, combinados com a experiência do autor em projetos de sistemas ERP na indústria de calçados e construção de *Data Warehouse* em outras empresas.

- 1) Possíveis perguntas feitas por um gerente de produção para acompanhar e analisar o tipo de perda por Superprodução:

- Quais foram os níveis em pares e em percentual de perda por superprodução de quantidade, por antecipação e total, num determinado período?
 - Quais produtos, modelos, famílias, cor que mais impactaram nessas perdas?
 - Quais operações, processos mais impactaram nessas perdas?
 - Quais células/fábricas produtivas mais impactaram nessas perdas?
 - Quando comparado o período corrente com outros períodos, ele apresenta alguma variação de nível, de perda? Em quantidade? Por antecipação?
 - Essa variação quando encontrada está concentrada em alguma família ou modelo de produto específico? Em algum processo ou operação específica? Em alguma fábrica ou célula específica? Em algum período específico?
- 2) Possíveis perguntas feitas por um gerente de produção para acompanhar e analisar o tipo de perda por espera:
- Quais foram os níveis de perda em percentual e horas de trabalho por espera no processo, do lote, do operador, em um determinado período?
 - Quais células ou fábricas produtivas mais impactaram nessas perdas?
 - Quais operações ou processos mais impactaram nessas perdas?
 - Quando comparado o período corrente com outros períodos, ele apresenta alguma variação de níveis de perda? No processo? Do lote? Do operador?
 - Essa variação, quando encontrada, está concentrada em algum processo ou operação específica? Em alguma fábrica ou célula específica?
- 3) Possíveis perguntas feitas por um gerente de produção para acompanhar e analisar o tipo de perda por transporte:
- Qual o nível em percentual e em horas de trabalho consumidas com transporte, em um determinado período?
 - Quais produtos, modelos, famílias, cor que mais impactaram nessas perdas?
 - Quais operações e/ou processos mais impactaram nessas perdas?
 - Quais células ou fábricas produtivas mais impactaram nessas perdas?

- Quando comparado o período corrente com outros períodos, apresenta-se alguma variação de níveis de perda por transporte?
 - Essa variação, quando encontrada, está concentrada em alguma família ou modelo de produto específico? Em algum processo ou operação específica? Em alguma fábrica ou célula específica? Em algum período específico?
- 4) Possíveis perguntas feitas por um gerente de produção para acompanhar e analisar o tipo de perda no próprio processamento:
- Qual o nível em percentual, em horas de trabalho consumido com perdas no próprio processamento, em um determinado período?
 - Quais produtos, modelos, famílias e cor mais impactaram nessas perdas?
 - Quais operações ou processos mais impactaram nessas perdas?
 - Quais células ou fábricas produtivas mais impactaram nessas perdas?
 - Quando comparado o período corrente com outros períodos, apresenta-se alguma variação de níveis de perda no próprio processamento?
 - Essa variação, quando encontrada, está concentrada em alguma família ou modelo de produto específico? Em algum processo ou operação específica? Em alguma fábrica ou célula específica? Em algum período específico?
- 5) Possíveis perguntas feitas por um gerente de produção para acompanhar e analisar o tipo de perda por estoque:
- Quais foram os níveis de perda por estoque, em percentual e volume, num determinado período?
 - Quais produtos, modelos, famílias e cor mais impactaram nessas perdas?
 - Quais operações ou processos mais impactaram nessas perdas?
 - Quais células ou fábricas produtivas mais impactaram nessas perdas?
 - Quando comparado o período corrente com outros períodos, apresenta-se alguma variação de níveis de perda por estoque?
 - Essa variação quando encontrada está concentrada em alguma família ou modelo de produto específico? Em algum processo ou operação

específica? Em alguma fábrica ou célula específica? Em algum período específico?

- 6) Possíveis perguntas feitas por um gerente de produção para acompanhar e analisar o tipo de perda por movimentação:
 - Quais foram os níveis de perda em percentual e em horas de trabalho por movimentação, num determinado período?
 - Quais produtos, modelos, famílias e cor mais impactaram nessas perdas?
 - Quais operações ou processos mais impactaram nessas perdas?
 - Quais células ou fábricas produtivas mais impactaram nessas perdas?
 - Quando comparado o período corrente com outros períodos, apresenta-se alguma variação de nível de perda por movimentação?
 - Essa variação, quando encontrada, está concentrada em alguma família ou modelo de produto específico? Em algum processo ou operação específica? Em alguma fábrica ou célula específica? Em algum período específico?

- 7) Possíveis perguntas efetuadas por um gerente de produção para acompanhar e analisar o tipo de perda por fabricação de produtos defeituosos:
 - Qual o nível percentual de volume de trabalho em horas consumido por fabricação de produtos defeituosos em um determinado período?
 - Quais produtos, modelos, famílias e cor mais impactaram nessas perdas?
 - Quais operações ou processos mais impactaram nessas perdas?
 - Quais células ou fábricas produtivas mais impactaram nessas perdas?
 - Quando comparado o período corrente com outros períodos, apresenta-se alguma variação de níveis de perda por fabricação de produtos defeituosos?
 - Essa variação, quando encontrada, está concentrada em alguma família ou modelo de produto específico? Em algum processo ou operação específica? Em alguma fábrica ou célula específica? Em algum período específico?

A lista de requisitos em formato de perguntas apresentada acima, é uma lista pura, sem análise de viabilidade e/ou necessidade real de desenvolvimento. Por isso é importante e necessário passá-la por um crivo, para saber quais requisitos podem e devem ser atendidos pelo DW. Para demonstrar esse filtro, a tabela 4.1 – Análise de Padrão das Origens dos Dados foi baseada na experiência do autor para ajudar nos perfis de informação.

Tipo de Perda	Origem dos dados	Dificuldade de Coleta
Super Produção	Sistema ERP	Média
Espera	Anotação em Documento	Alta
Transporte	Sistema ERP por Transformação	Alta
Processamento	Sistema ERP	Média
Estoque	Sistema ERP por Transformação	Alta
Movimentação	Sistema ERP	Média
Produtos Defeituosos	Sistema ERP	Média

Tabela 4.1– Análise de Padrão das Origens dos Dados

A dificuldade de coleta na tabela 4.1 foi definida com base nas informações estarem disponíveis diretamente no Sistema ERP ou será necessária alguma transformação mais complexa. Analisando a tabela e considerando a coleta de dados para cada uma das perdas da manufatura percebe-se que os tipos de perda por superprodução estoque e produtos defeituosos apresentam maior facilidade para o desenvolvimento da coleta, pois possuem dados comuns nos sistemas ERP. Para os demais tipos de perda é necessário adotar diferentes estratégias para resolver o problema da não existência sistêmica dos dados de origem. Conforme já discutido no capítulo 2 e quadro 2.3, esses problemas podem ser resolvidos com várias estratégias como, por exemplo, a adoção de planilha eletrônica como origem dos dados, o desenvolvimento de tela de entrada manual de dados, a customização ou correção do sistema de origem e etc, mas este assunto é para o próximo passo, na trilha dos dados ou *data staging area*.

Mesmo que o objetivo aqui não seja detalhar as respostas às perguntas do gerente de produção, a tabela 4.1 é importante para definir prioridades. O projetista, ao mesmo tempo que define os requisitos do negócio em conjunto com uma equipe de especialistas, planeja as próximas atividades. Neste momento já é possível identificar um parâmetro base de medidas para o caso das perdas da manufatura, ou horas da produção. Para medir o nível das perdas é necessário saber quantas horas a produção perdeu. Portanto para

cada perda é necessário o entendimento ir um pouco além dos requisitos, definindo a sua composição e uma sugestão de coleta dos dados:

1- Perda por super produção

Composição. é composta pelo volume produzido menos o volume vendido. O resultado ideal é zero. Se num determinado período o volume vendido for maior que o produzido, indica-se que a produção não acompanhou a demanda. Ao passo que se o volume produzido for maior que o vendido, indica-se super produção estoque. Mesmo que o estoque esteja encomendado para período futuro, isso indica super produção por antecipação. É importante definir que para produção do tipo *make-to-order* toda super produção é por antecipação, por antecipação de pedidos de vendas.

Sugestão de coleta dos dados: Importar do sistema ERP, volume vendido do sistema de pedido de vendas e o volume produzido das ordens de fabricação concluídas. Para converter o volume de quantidade para horas da produção a sugestão é utilizar o tempo padrão.

2- Perda por Espera

Composição: é composta pela soma dos tempos sem processamento da produção pelos motivos: (i) Espera por inspeção, processamento ou transporte; (ii) Espera do lote de produção anterior. (iii) Espera do operador para monitorar a máquina

Sugestão de Coleta dos dados: não é comum que esses dados estejam mapeados por sistemas ERP. Considerando que o processo esteja parado é coerente que se espere anotar o motivo num documento e periodicamente essas informações sejam digitadas em planilha eletrônica ou tela de entrada de dados.

3- Perda por Transporte

Composição: é a soma do tempo em que as peças transitam sem sofrer transformação, desde a entrada até a conclusão da produção.

Sugestão de coleta de dados: Levantar o tempo total de processamento através do tempo padrão das atividades. Logo o tempo de transporte = (tempo desde a entrada até a conclusão da produção) – (o tempo total de processamento).

4- Perda por Processamento

Composição: é a soma do tempo perdido com o próprio processamento. Por motivo de ajuste de máquina, manutenção deficiente ou melhoria da seqüência do trabalho.

Sugestão de Coleta dos Dados: Guardar o histórico do tempo padrão do sistema ERP. Uma vez o tempo padrão alterado, o impacto será medido em todos os períodos, será possível saber sobre determinado produto e quanto se perdeu em horas da produção por processamento.

5- Perda por Estoque

Composição: é a soma do estoque de material, desde a matéria prima, o material em processo e o produto acabado. O ideal é zero de estoque todos os dias. Sabe-se que é muito difícil encerrar o dia sem estoque, ao menos o estoque em processamento. Não faz sentido converter o estoque de matéria prima em horas da produção. A perda por estoque é a única das perdas que não se pode utilizar o parâmetro horas, neste caso somente a valorização financeira é utilizada para medir.

Sugestão de Coleta de dados: sistemas contábeis de valorização dos custos de matéria prima em estoque, material em processo e produto acabado são comuns e espera-se coletar esses dados periodicamente para servir de comparações com os demais indicadores.

6- Perda por Movimentação

Composição: é a soma do tempo consumido desnecessariamente por pior movimentação do operador, disposição da máquina ou mesmo tempo de processamento. Essa perda se confunde com a perda pelo próprio processamento. Ambas podem ser melhoradas por estudo de tempos, melhoria no processo. Ambas são diminuídas com menor tempo padrão de processamento.

Sugestão de Coleta de dados: da mesma forma que perda por processamento, porém diferenciando pelo tempo padrão, o tipo de atividade como movimentação.

7- Perda por Produtos Defeituosos

Composição: é a soma do tempo de produção consumido em produtos defeituosos.

Sugestão de Coleta de Dados: importar o sistema de controle de produtos defeituosos. Será necessário converter cada defeito em tempo perdido em horas produção. Uma análise diferente nesta perda com relação às outras é o tipo de defeito. É importante saber quais são os tipos de defeitos que estão provocando maior perda.

4.4 Trilha da Tecnologia

Conforme demonstrado na figura 4.1, a trilha da tecnologia é a primeira das três trilhas que sucedem o processo de definição dos requisitos de negócio. Ela é focada na aplicação de tecnologia através do projeto técnico de arquitetura, seleção e instalação de produto.

4.4.1 Projeto Técnico de Arquitetura

Como já foi discutido nas seções 2.4.3 e 2.4.4, os conceitos de arquitetura de *Data Warehouse* variam conforme o projeto. Neste trabalho a arquitetura escolhida é a indicada por Kimball (2002) como barramento do DW. Suas vantagens e desvantagens já foram exploradas.

Embora o barramento seja uma alternativa interessante, e dependendo da empresa, a mais indicada, muitas vezes a organização já possui uma outra abordagem do *data warehouse* em produção. É muito importante considerar essa informação para que novos projetos não comecem aos tropeços.

4.4.2 Seleção e Instalação de Produto

O processo de seleção e instalação do produto para o desenvolvimento do projeto apresenta uma série de passos. Para Kimball (2002), ele tem início na pesquisa de mercado, se necessário, na condução do protótipo, até a instalação do produto.

A tabela 4.2 relaciona as ferramentas de *software* utilizadas no desenvolvimento do projeto.

Tipo de ferramenta	Nome / Versão	Fornecedor
Modelagem de Dados	<i>ERWIN 4.1.4</i>	Computer Associates
Banco de Dados	<i>SQL Server 2000</i>	Microsoft
Coleta dos Dados	<i>Data Manager 8.3</i>	Cognos
Modelagem OLAP	<i>Frame Work Manager 8.3 e Transformer 8.3</i>	Cognos
Relatório	<i>Analysis Studio 8.3 e Report Studio 8.3</i>	Cognos
Entrada de Dados Manual	<i>Excel</i>	Microsoft

Tabela 4.2 – Ferramentas de *Software* utilizadas no Projeto

Embora sejam utilizados alguns métodos de modelagem de processo de negócio da ARIS, a ferramenta Aris Toolset não aparece na tabela 4.2 e os diagramas foram desenvolvidos no Microsoft Word.

4.5 Trilha dos Dados: Modelo Dimensional, Projeto Físico e *Data Staging Area*

Conforme demonstrado na figura 4.1, a trilha central do diagrama compreende as atividades relacionadas à modelagem e carga dos dados e estão divididas em Modelagem Dimensional, Projeto Físico e *Data Staging Area*. Nesse tópico será apresentada a estrutura necessária de modelagem e carga dos dados para suprir os modelos analíticos que serão descritos na próxima trilha, qual seja, a da solução analítica.

4.5.1 Modelagem Dimensional

Conforme discutido na seção 2.4.4, Arquitetura de *Data Warehouse*, a abordagem utilizada neste trabalho será do tipo barramento apresentada na figura 2.22, Arquitetura de Barramento. Portanto segue-se a sugestão de Kimball (2002, p. 405) de que imediatamente após a definição dos requisitos de negócio, devemos traçar (ou revisar) a matriz de barramento do *data warehouse*”. Na figura 4.2 estão relacionados os sete processos de negócio conforme os grupos de perdas da manufatura enxuta, e para concluir a matriz de barramento, os processos que se relacionam com algumas das dimensões de análise, são marcados no ponto de intersecção com um x .

Processo de Negócio	Dimensões de Análise				
	Data	Produto	Célula	Operação	Material
Perda por Superprodução	x	x	x	x	
Perda por Espera	x	x	x	x	
Perda por Transporte	x	x	x	x	
Perda no Processamento	x	x	x	x	
Perda por Estoque	x	x	x	x	x
Perda por Movimentação	x	x	x	x	
Perda por Produtos Defeituosos	x	x	x	x	x

Figura 4.2– Matriz de Barramento de *Data Warehouse*

Analisando a matriz de barramento da figura 4.2, nota-se que a única dimensão de análise que não se relaciona com todos os processos é a dimensão material, pois ela pertence apenas às perdas por produtos defeituosos e por estoque.

A partir da matriz de barramento pronta, como está na figura 4.2, o próximo passo é detalhar em cada processo as medidas (fatos) e agregações das dimensões (granularidade), para então criar o projeto físico e a *data staging area*.

Após análise dos requisitos, foi identificado que cada perda possui sua própria característica e que o trabalho de desenvolvimento de carga de dados é único para cada uma delas. Outra observação é que as perdas por superprodução, produtos defeituosos e estoque podem usufruir dos sistemas de informação de origem, como os ERPs que foram indicados na tabela 4.1 Análise de Padrão das Origens dos Dados. No entanto, as perdas por espera, transporte, processamento e movimentação demonstram dificuldade na disponibilidade de origem de dados.

O desenvolvimento da modelagem e aplicação será sobre perda por superprodução. Esta decisão foi tomada em função da importância da perda superprodução e a dificuldade apresentada no desenvolvimento de coleta de dados para alimentar os indicadores.

Portanto, a figura 4.3 apresenta o diagrama *star schema* para atender ao modelo analítico.

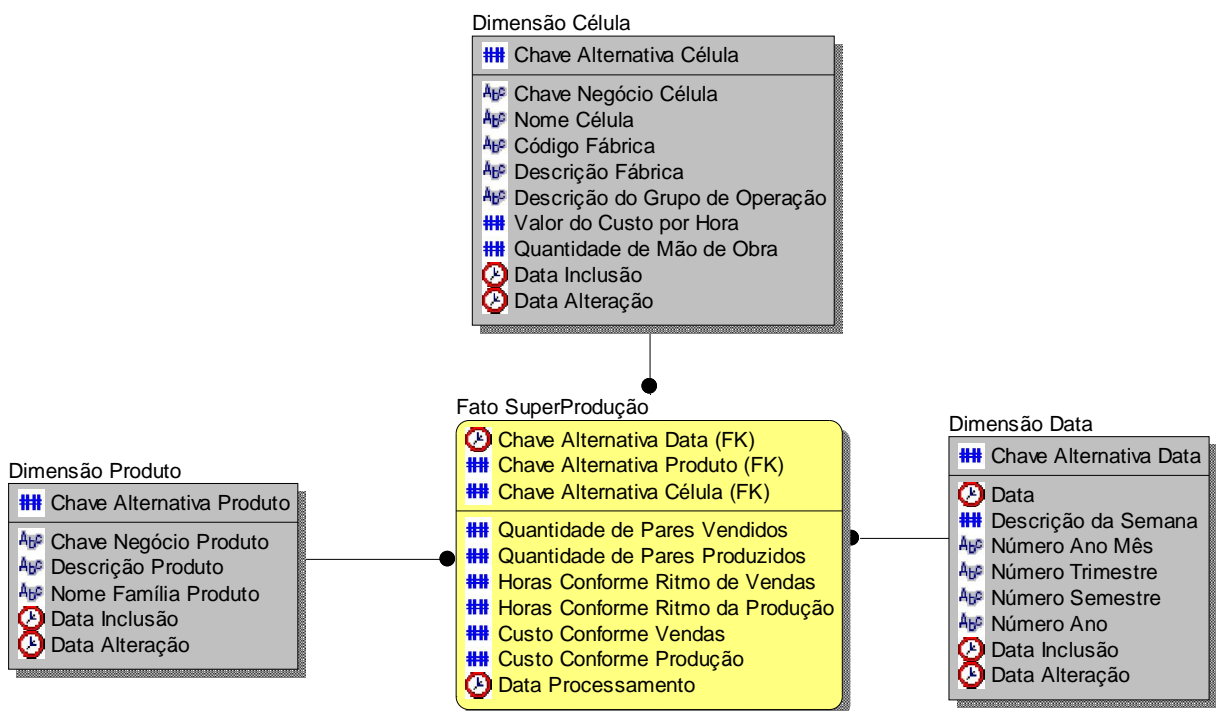


Figura 4.3– Modelo Lógico de Dados: Fato Super Produção

O modelo de dados da figura 4.3 é composto por três dimensões: Célula, Produto e Data. A dimensão operação que aparece na figura 4.2 não será tratada no modelo de dados por se tratar de um informação de muito baixa granularidade e pouco benéfico.

Na dimensão célula há dois níveis de agrupamento. O primeiro nível é a própria célula, e os níveis superiores são fábrica e grupo de operação. Por exemplo, Setor de Corte1 pertencente à fábrica 1 e ao grupo de operação corte.

Na dimensão produto há dois agrupamentos de dois níveis. O primeiro nível de agrupamento é o próprio produto com os níveis superiores, cor e família do produto. Por exemplo, modelo Sandália Infantil *Baby* pertencente à família Infantil *Baby*.

Na dimensão data há um agrupamento de três níveis, os quais de baixo para cima são: a própria data da ocorrência: o ano e mês, o trimestre, o semestre e o ano.

O fato Super Produção é composto pelas chaves data, produto e célula, e pelas medidas, quantidade de pares vendidos e produzidos, horas conforme ritmo de vendas e da produção, custo conforme vendas e produção. Esses atributos serão mais amplamente explicados no desenvolvimento do projeto analítico.

A figura 4.4 – Parâmetro Tempo Padrão não aparece na matriz de barramento, mas aparece aqui no projeto lógico como uma proposta para resolver o problema de análise do nível de perda baseado apenas em pares produzidos, pois os produtos podem ter dificuldades e tempos diferentes de produção. O objetivo da tabela é fornecer por produto e célula a produção horária. Esse parâmetro será utilizado na modelagem da aplicação analítica para transformar toda a produção em horas, e assim equacionar o problema e permitir a valorização do custo financeiro, por exemplo.

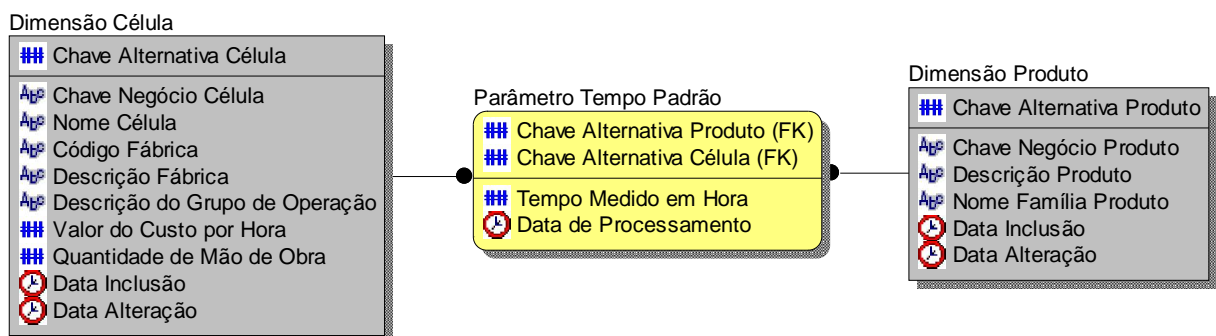


Figura 4.4– Parâmetro Tempo Padrão

Com as demais tabelas, a partir do modelo lógico de dados é possível desenhar o modelo lógico do processo ETL, conforme apresentada na figura 4.5 – Mapa ETL de Super Produção. Com ele é possível avaliar o nível de dificuldade que os dados de origem apresentarão no momento de carregá-los para o *Data Warehouse*.

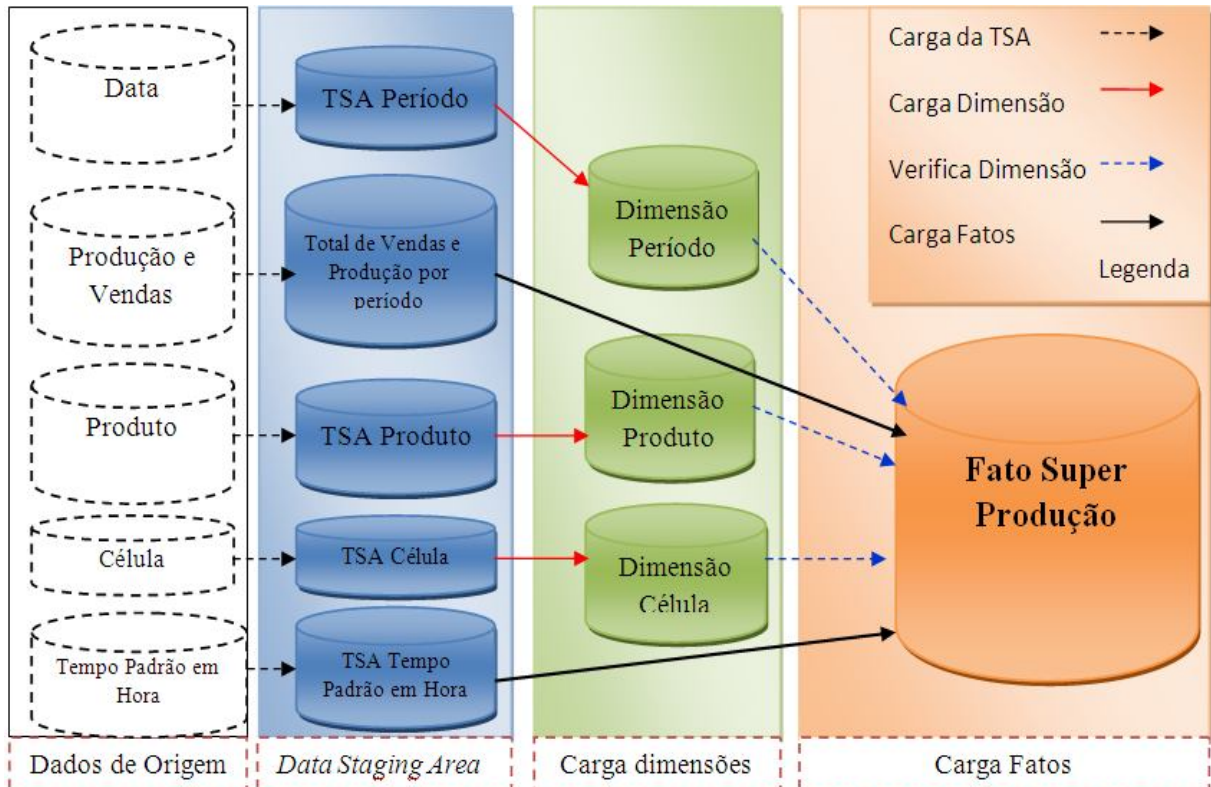


Figura 4.5– Mapa ETL de Super Produção

A figura 4.5 apresenta três etapas de carga: área de estágio, carga dimensões e carga fatos. O modelo apresentado segue a proposta de Kimball (2002). O processo se inicia com a carga das tabelas da área de estágio, que antecede a carga dimensões, as quais antecedem o processo de carga fatos. Ao carregar o fato e/ou parâmetro, somente um registro poderá ser incluído no destino fato, caso exista integridade relacional. Isso posto, uma determinada quantidade de produção de um determinado produto é incluído no fato super produção, desde que o produto esteja válido na dimensão produto.

4.5.2 Projeto Físico

Com o modelo lógico de dados definido e devidamente documentado, o próximo passo é transformá-lo em modelo físico, com a ferramenta ERWIN 4.2 que foi utilizada para o projeto lógico da figura 4.3 - Modelo Lógico de Dados: Fato Super Produção e figura 4.4 – Parâmetro Horas Padrão. O modelo físico é gerado automaticamente, conforme segue o relatório gerado pelo *software* e a descrição a seguir com as colunas: nome da tabela e da coluna define os nomes físicos ou atributos do banco de dados, tipo dado define se o tipo de dados é data, número ou descritivo e comentário é um campo aberto para descrever e documentar o atributo.

Nome da Tabela	Nome da Coluna	Tipo dado	Comentário
DIM_CELULA	CA_CELULA	integer	Chave Alternativa de Célula
	CN_CELULA	varchar(20)	Chave de Negócio da Célula
	CD_CELULA	varchar(20)	Código da Célula
	NOME_CELULA	varchar(20)	Nome da Célula. Exemplo: Pesponto I
	CODIGO_FABRICA	varchar(20)	Código da Fábrica. Exemplo: 99
	DESC_FABRICA	varchar(20)	Descrição da Fábrica. Exemplo: Fábrica I.
	DESC_GRUPO	varchar(20)	Descrição do Grupo de Operação. Exemplo: Corte
	DT_INCLUSAO	datetime	Data de Inclusão do Registro
	DT_ALTERACAO	datetime	Data da última Alteração do Registro
DIM_DATA	CA_DATA	integer	Chave Alternativa de Data
	DATA	datetime	Chave de Negócio de Data
	DS_SEMANA	varchar(6)	Descrição da Semana. Exemplo: Semana 1, 2,3...
	NR_ANO_MES	varchar(6)	Número do Ano e Mês, exemplo: 200812
	NR_TRIMESTRE	varchar(5)	Número do Trimestre. Exemplo: 200804, trimestre=4
	NR_SEMESTRE	varchar(5)	Número do Semestre. Exemplo: 20082 Semestre=2
	NR_ANO	varchar(4)	Número do Ano. Exemplo: 2008
	DT_INCLUSAO	datetime	Data de Inclusão do Registro
DT_ALTERACAO	datetime	Data da última Alteração do Registro	
DIM_PRODUTO	CA_PRODUTO	integer	Chave Alternativa de Produto
	CN_PRODUTO	varchar(20)	Chave de Negócio do Produto
	CD_PRODUTO	varchar(20)	Código do Produto
	DESC_PRODUTO	varchar(20)	Descrição do Produto
	NOME_FAMILIA	varchar(20)	Nome de Família de Produto
	DT_INCLUSAO	datetime	Data de Inclusão do Registro
	DT_ALTERACAO	datetime	Data da última Alteração do Registro
FATO_SUPER_PRODUCAO	DATA	datetime	Campo de Data. Exemplo 02/12/2008 ?
	CA_PRODUTO	integer	Chave Alternativa de Produto
	CA_OPERACAO	integer	Chave Alternativa de Operação
	CA_CELULA	integer	Chave Alternativa de Célula
	QTDE_PARES_VENDAS	float	Quantidade de Pares Vendidos
	QTDE_PARES_PRODUCAO	float	Quantidade de Pares Produzidos
	HORAS_VENDAS	float	Total de horas vendidas com base no tempo padrão
	HORAS_PRODUCAO	float	Total de Horas Produção com base no tempo padrão
	CUSTO_VENDAS	float	Cálculo: Horas_Vendas * Qtde de Pares Vendidas
	CUSTO_PRODUCAO	float	Valor do custo com base em horas de produção
	DT_PROCESSAMENTO	datetime	Data de Processamento do Registro

Tabela 4.3– Descrição das Tabelas e Colunas

A tabela 4.3 demonstra as descrições de nome da tabela, nome da coluna, tipo de dado e comentário. Outros atributos físicos do banco de dados como chave primária, chave estrangeira, relacionamento, etc, não aparecem na tabela, mas a ferramenta de *software* para

modelagem de dados armazena todos esses detalhes e inclusive cria o banco de dados com base nesse dicionário.

4.5.3 *Data Staging Area (DSA)*

Nesta seção desenvolvem-se os processos de cargas apresentados na figura 4.4 – Mapa ETL de Super Produção.

Os processos de carga são os responsáveis pela população das tabelas descritas na tabela 4.3. Como demonstrado na figura 4.5, os processos finais são divididos em dois tipos: processos de carga de dimensão e carga de fatos:

- Processo de carga do tipo dimensão: é caracterizado pela necessidade de atribuição da chave alternativa sobre os registros originais e controle dos agrupamentos hierárquicos, como por exemplo, cidade/estado/país;
- Processo de carga do tipo fato: preocupa-se em garantir a integridade com as tabelas dimensão, totalizar corretamente os valores e entregar na granularidade correta.

Conforme demonstrado na figura 4.6 a seguir, o desenvolvimento do processo de carga ocorre em três fases: mapeamento das origens, modelagem/especificação dos processos, e programação/codificação dos processos.

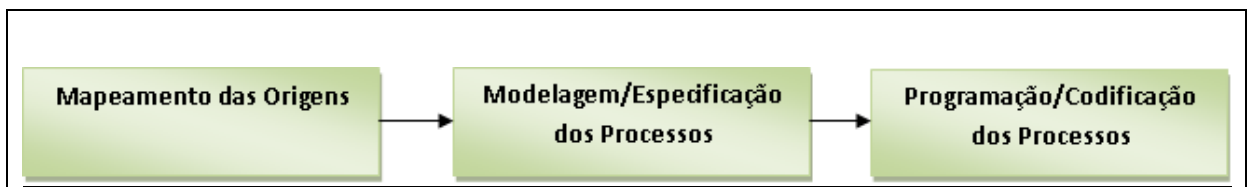


Figura 4.6– Fases do Desenvolvimento de Processos de Carga

A fase mapeamento das origens é um trabalho de levantamento ou leitura junto aos especialistas do sistema de origem. São eles que informam os endereços de banco de dados, como nomes de tabelas e colunas que são necessárias na carga de determinado fato ou dimensão.

Com base no mapa das origens, projeto lógico e físico de dados, a fase de modelagem/especificação dos processos projeta e especifica os passos necessários para carregar os dados da origem até o destino;

O terceiro e último passo do desenvolvimento é a codificação do mapeamento das origens dentro da especificação da modelagem. É a programação dos códigos necessários para entregar os dados no formato esperado.

A tabela 4.4 a seguir descreve o mapeamento dos processos de carga desenvolvido inicialmente numa planilha. Trata-se de um modelo desenvolvido pelo autor deste trabalho para permitir o mapeamento das origens e a especificação dos processos, considerando que o modelo será acoplado aos sistemas de origem somente no momento de teste da aplicação.

Data Staging Area			Data Mart			
TI PO	COLUNA ORIGEM	T SA	COLUNA ORIGEM	TIPO DE CARGA	COLUNA DESTINO	DES-TINO
		CELULA	Chave Alternativa de CN_CELULA	Chave Primária	CA_CELULA	DIM_CELULA
			CD_CELULA	Chave de Negócio	CN_CELULA	
			CD_CELULA	Normal	CD_CELULA	
			NOME_CELULA	Normal	NOME_CELULA	
			CODIGO_FABRICA	Normal	CODIGO_FABRICA	
			DESC_FABRICA	Normal	DESC_FABRICA	
			DESC_GRUPO_OPERACAO	Normal	DESC_GRUPO_OPERACAO	
			VR_CUSTO_HORA	Normal	VR_CUSTO_HORA	
			(data do sistema () na inclusão)	Data Sistema	DT_INCLUSAO	
			(data do sistema () na atualização)	Data Sistema	DT_ALTERACAO	

		DATA	(Chave Alternativa de DATA)	Chave Primária	CA_DATA	DIM_DATA
			DATA	Normal	DATA	
			DS_SEMANA	Normal	DS_SEMANA	
			NR_ANO_MES	Normal	NR_ANO_MES	
			NR_TRIMESTRE	Normal	NR_TRIMESTRE	
			NR_SEMESTRE	Normal	NR_SEMESTRE	
			NR_ANO	Normal	NR_ANO	
			(data do sistema () na inclusão)	Função	DT_INCLUSAO	
			(data do sistema () na atualização)	Função	DT_ALTERACAO	

		PRODUTO	Chave Alternativa de CN_PRODUTO	Chave Primária	CA_PRODUTO	DIM_PRODUTO
			CD_PRODUTO	Chave de Negócio	CN_PRODUTO	
			CD_PRODUTO	Normal	CD_PRODUTO	
			DESC_PRODUTO	Normal	DESC_PRODUTO	
			NOME_FAMILIA_PRODUTO	Normal	NOME_FAMILIA_PRODUTO	
			(data do sistema() na inclusão)	Função	DT_INCLUSAO	
			(data do sistema() na atualização)	Função	DT_ALTERACAO	

Tabela 4.4 – Mapeamento do Processo de Carga (Continuação)

Data Staging Area				Data Mart		
TI PO	COLUNA ORIGEM	T SA	COLUNA ORIGEM	TIPO DE CARGA	COLUNA DESTINO	DES-TINO
		PRODUCAO	DATA	Chave Estrangeira	CA_DATA	FAT_SUPERPRODUCAO
			CD_PRODUTO	Chave Estrangeira	CA_PRODUTO	
			CD_CELULA	Chave Estrangeira	CA_CELULA	
			QTDE_PARES	Normal	QTDE_PARES_PRODUCAO	
		VENDAS	DATA	Chave Estrangeira	CA_DATA	
			CD_PRODUTO	Chave Estrangeira	CA_PRODUTO	
			CD_CELULA	Chave Estrangeira	CA_CELULA	
			QTDE_PARES	Normal	QTDE_PARES_VENDAS	
		TEMPO-PADRAO	CD_PRODUTO			
			CD_CELULA			
			VR_TEMPO_PADRAO			
			QTDE_PARES_VENDAS * VR_TEMPO_PADRAO	Cálculo	HORAS_VENDAS	
			QTDE_PARES_PRODUCAO * VR_TEMPO_PADRAO	Cálculo	HORAS_PRODUCAO	
			VR_CUSTO_HORA * HORAS_VENDAS	Cálculo	VR_CUSTO_VENDAS	
			VR_CUSTO_HORA * HORAS_PRODUCAO	Cálculo	VR_CUSTO_PRODUCAO	
			data do sistema()	Função	DT_PROCESSAMENTO	

Tabela 4.4 – Mapeamento do Processo de Carga

Na tabela 4.4 a coluna sistema origem não está preenchida. Esses dados são coletados diretamente no ambiente de negócio, no momento de experimentação; são dados que podem ser de diversas fontes, como de sistema ERP, planilha eletrônica, cadastro específico para entrada de dados, etc. Essas fontes podem variar de empresa para empresa.

Não é o objetivo desta dissertação apresentar toda a codificação dos processos de carga, por isso será demonstrado a seguir apenas o processo destino Carga Dim_Produto.

Para entender a leitura necessária da tabela 4.4 para a codificação do processo. Pode-se observar que na figura 4.7 as colunas TSA e Destino da tabela 4.4 são convertidas em processo Tsa_Produto e Dim_Produto. Para teste da aplicação, como sistema origem foi utilizada uma planilha Excel onde os dados estão exatamente no mesmo formato da tabela Tsa_produto. Provavelmente na experimentação será necessária alguma transformação até chegar a ela.

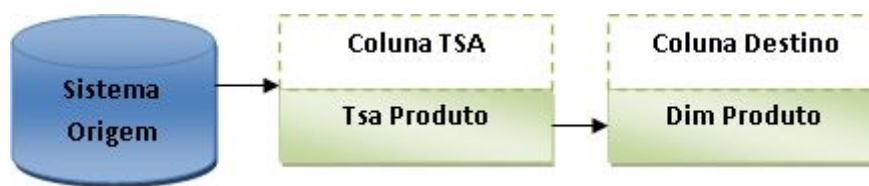


Figura 4.7- Codificação da Carga Dim_Produto

A carga apresentada e desenvolvida na tabela 4.4 - TSA Produto leva ao próximo passo que é a carga da dim_produto. No caso demonstrado são as colunas destino da dim_produto, as quais possuem alguns incrementos:

- A coluna CA_PRODUTO é a chave alternativa gerada com base na CN_PRODUTO;
- A coluna CN_PRODUTO é a chave de negócio, é cópia da CD_PRODUTO;
- DT_INCLUSAO é a data do sistema no momento da inclusão do registro;
- DT_ALTERACAO é a data do sistema no momento da última atualização.

O conceito de carga das tabelas fato da tabela dimensão é muito semelhante, com a diferença de que a chave alternativa da dimensão é a chave estrangeira na tabela fato. No caso da FAT_SUPERPRODUCAO, trata-se da busca por um resultado: CA_PRODUTO de (tsa_superproducao.cd_produto = dim_produto.cn_produto).

A seguir, na figura 4.8, é apresentado o processo Carga_Perda_Super_Producao. A codificação foi efetuada na ferramenta de ETL Cognos data manager e os processos seguem a especificação da tabela 4.4.

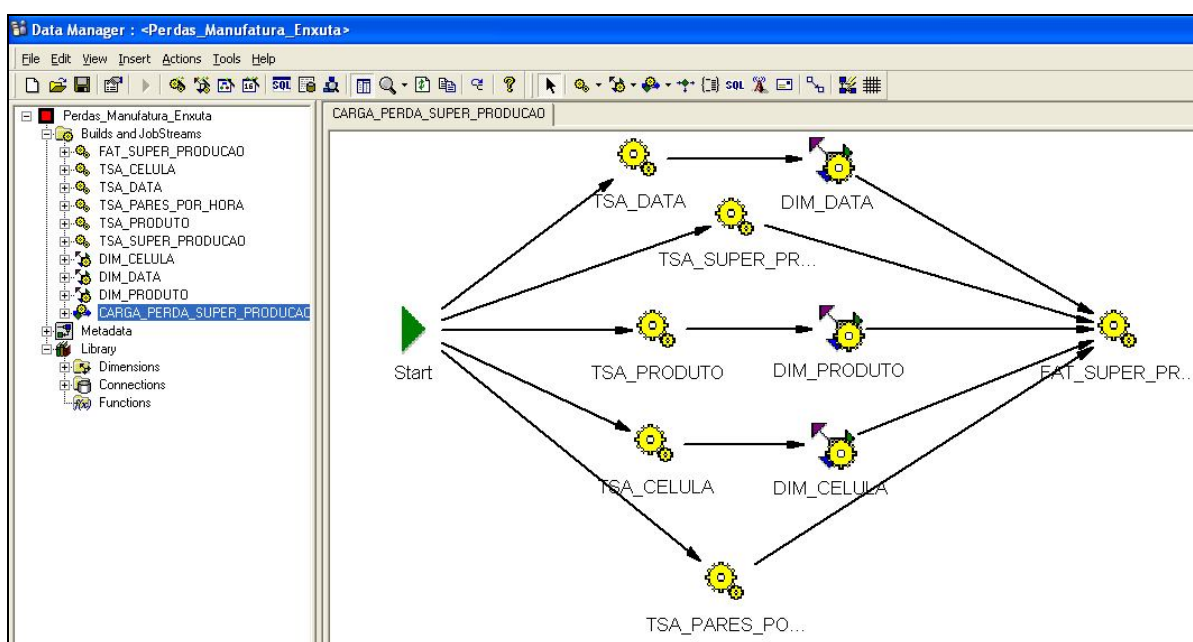


Figura 4.8 - Carga Super Produção
Fonte: Tela da aplicação desenvolvida

A figura 4.8 – Carga Super Produção refere-se à tela do processo ETL e é a junção dos processos projetados na figura 4.5 – Mapa ETL de Super Produção e Tabela 4.3 - Descrição das Tabelas e Colunas.

4.6 Especificação e Desenvolvimento da Aplicação Analítica

Seguindo o fluxo do diagrama da figura 4.1 – diagrama do ciclo de vida dimensional do negócio, esta fase do projeto caminha em paralelo com a fase descrita na seção 4.5 - Modelagem Dimensional. Nesta fase do desenvolvimento é apresentada a interface final do usuário. Para isso, o primeiro passo é a especificação da aplicação analítica através da modelagem OLAP e depois a codificação na ferramenta de *software* selecionada.

A tabela 4.5 a seguir apresenta a modelagem OLAP para o *data mart* superprodução. Nela está especificado o padrão de agregações das dimensões e medidas a serem desenvolvidas e, conseqüentemente, exploradas pelo usuário final. Na verdade, é o modelo OLAP desenvolvido inicialmente em planilha para facilitar a prototipagem e servir de documentação da aplicação, e que logo em seguida será transcrito numa ferramenta especializada em OLAP.

		Dimensões					
		Data			Produto		Célula
		Ano	Semana	Mês	Família		Grupo Operação
		Trimestre					
		Mês					
Semana							
Origem	Medidas	Dia		Modelo Produto	Nome Célula		
QTDE_PARES_VENDAS	Quantidade de Pares Vendidos						
QTDE_PARES_PRODUCAO	Quantidade de Pares Produzidos						
HORAS_VENDAS	Horas Conforme Ritmo de Vendas						
HORAS_PRODUCAO	Horas Conforme Ritmo da Produção						
HORAS_PRODUCAO / HORAS_VENDAS	% Super Produção						
(HORAS_PRODUCAO – HORAS_VENDAS) > 0	Horas Super Produção						
HORAS_PRODUCAO – HORAS_VENDAS) < 0	Horas Atraso da Produção						
VR_CUSTO_HORA	Valor Custo por Hora						
Horas Super Produção * VR_CUSTO_HORA	Valor Horas Superprodução						
QTDE_MAODEOBRA	Quantidade de Trabalhadores						
QTDE_PARES_PRODUCAO/ QTDE_MAODEOBRA	Quantidade de Pares por Trabalhador						
CONTAGEM DE DATA DA PRODUCAO	Quantidade de Dias Produção						

Tabela 4.5 – Especificação Modelo OLAP Super Produção

A tabela 4.5 está dividida em duas partes: a parte de cima onde são especificadas as possibilidades de análise e visões através das dimensões e a parte de baixo onde estão os fatos através das medidas. Uma linha ao centro une as medidas com as dimensões.

As dimensões existentes no modelo são data, produto e célula. Suas possíveis visões para análises são:

- Data: totais individuais por dia, mês, semana e totais agrupados em níveis por Ano/Trimestre/Mês/Semana;
- Produto: totais individuais por cor, família e modelo;
- Célula: totais individuais por célula e grupo de operação.

As medidas ou fatos existentes no modelo são todas originadas ou calculadas a partir da tabela FAT_SUPERPRODUCAO.

Após a especificação apresentada, o próximo passo é a codificação do modelo na ferramenta de *software* selecionada. No caso, a figura 4.9, a seguir, apresenta o modelo desenvolvido na ferramenta Cognos Transformer. O modelo especificado no quadro 4.5 é codificado no que se refere às medidas, dimensões e seus níveis de exploração.

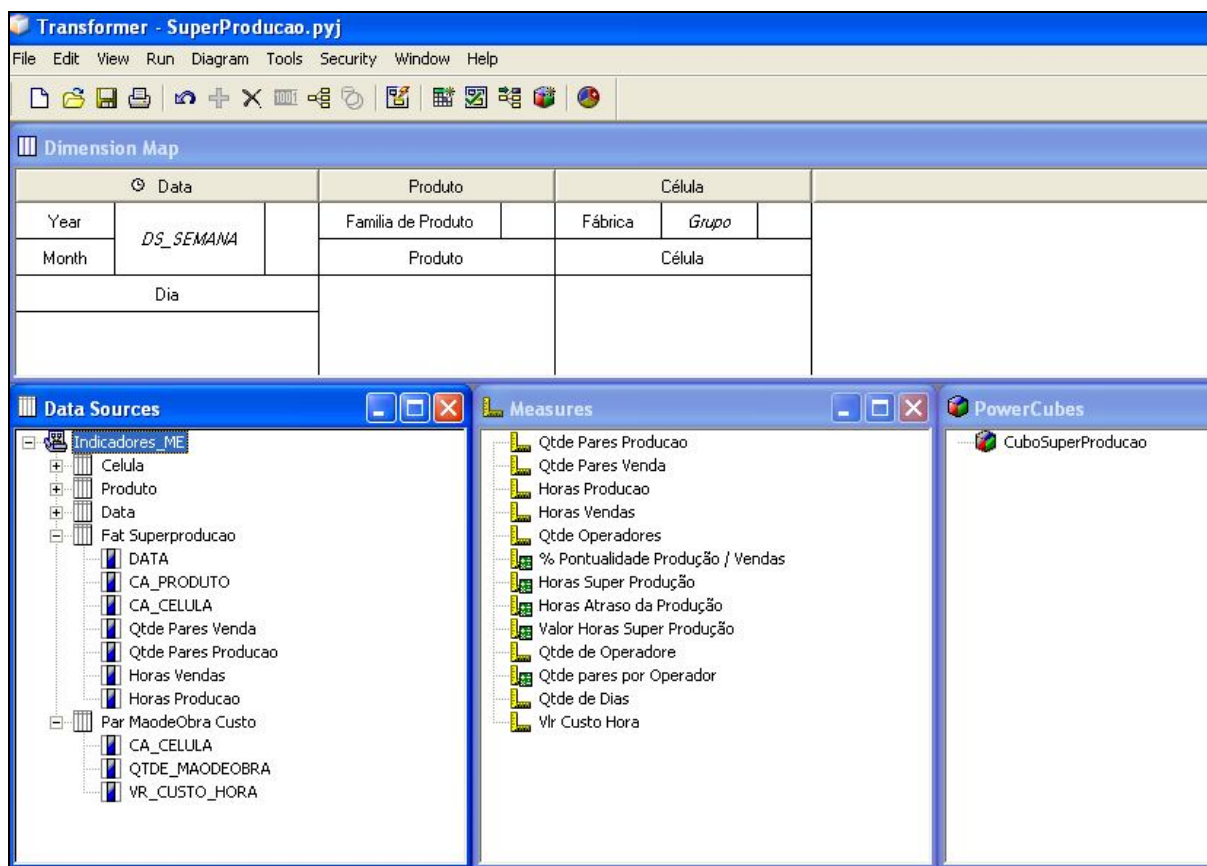


Figura 4.9– Modelo OLAP Superprodução

A figura 4.9 é a tela de desenvolvimento do modelo OLAP na ferramenta *cognos transformer*, conforme a especificação da tabela 4.5, exposta anteriormente. A tela está dividida em seções *dimension map* / mapa das dimensões, *measures* / medidas, *data source* / origem dos dados, e *powercubes* / cubos. Após o modelo desenvolvido e aprovado pelo grupo de usuários do negócio, o próximo passo é disponibilizá-lo para exploração ou distribuição.

4.7 Distribuição

Neste ponto, é discutida a estratégia de distribuição das informações através de modelos específicos de exploração como OLAP, *mining* ou mesmo modelos relacionais extraídos do *DW*. Com as ferramentas modernas de BI, é possível distribuir os relatórios e acessos por meio da *web*, é possível configurar níveis de acesso por usuário e/ou perfil de usuário. A ferramenta de *software* selecionada neste trabalho permite essa distribuição e segurança dos dados.

A figura 4.10, a seguir, apresenta uma tela de exploração baseada no modelo OLAP proposto. Não é o objetivo nesse momento analisar dados, apenas apresentar um exemplo de exploração. No caso, a visão apresentada demonstra o nível de superprodução por quantidade, por família de produto ao longo dos meses.

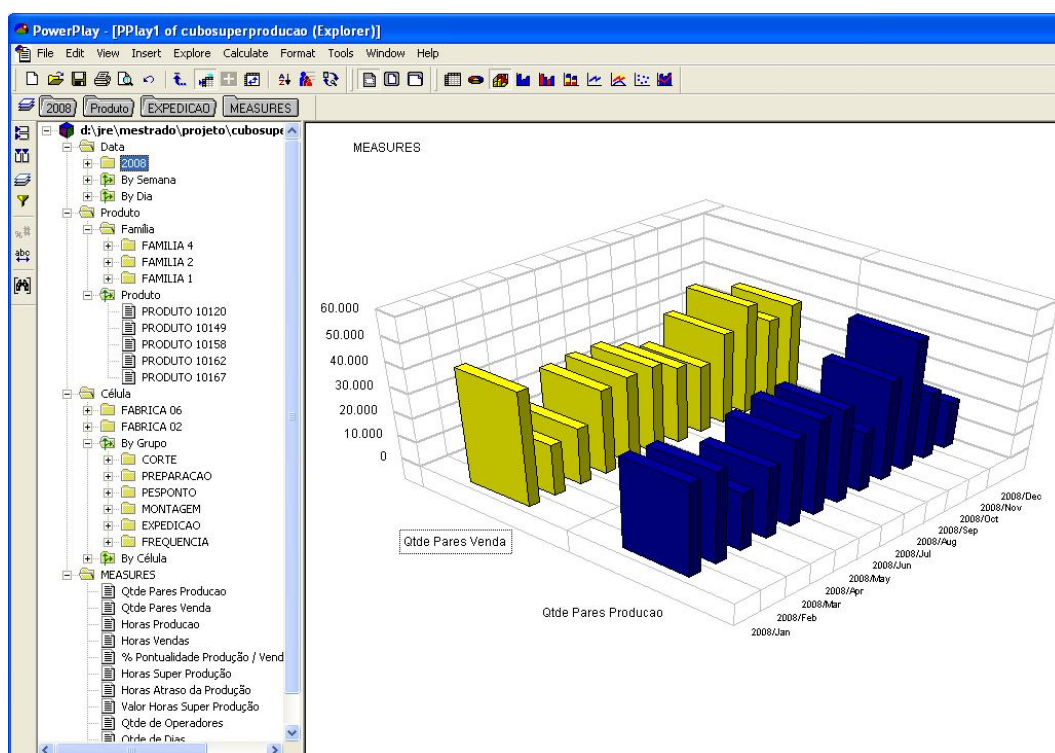


Figura 4.10– Exemplo de Exploração com *Analysis Studio*

A figura 4.10 apresenta um gráfico em linha tridimensional percorrendo os meses de janeiro a março de 2008, apontando o percentual de superprodução de quantidade (% Qtde) por família de produto. Os números apresentados estão em percentual (%), e abaixo do gráfico é demonstrada a planilha com os dados geradores.

Nessa mesma figura é possível encontrar as respostas para as perguntas propostas nos requisitos de negócio: perda por super produção, conforme segue:

- Quais foram os níveis em pares e em percentual, de perda por superprodução, num determinado período?
- Quais produtos, modelos, famílias, cor que mais impactaram nessas perdas?
- Quais operações, processos que mais impactaram nessas perdas?
- Quais células, fábricas produtivas que mais impactaram nessas perdas?
- Quando comparado o período corrente com outros períodos, este apresenta alguma variação de nível ou de perda? Em quantidade?
- Essa variação quando encontrada está concentrada em alguma família ou modelo de produto específico? Em algum processo ou operação específica? Em alguma fábrica, célula específica? Em algum período específico?

4.8 Manutenção e Crescimento

Projetos de *data warehouse* em geral são processos tipicamente incrementais. Normalmente, quando disponibilizada a primeira versão da aplicação, surgem necessidades de melhorias e novas demandas de desenvolvimento. No caso deste trabalho, assim que concluídos os indicadores de perda por superprodução, o passo natural é o desenvolvimento das demais perdas, para isso foi desenvolvida a matriz de barramento como demonstrado na figura 4.2, prevendo o incremento das demais perdas.

4.9 Conclusão

Baseado na construção desta aplicação, conclui-se que o processo de desenvolvimento de *data warehouse* (DW) não muda conforme a aplicação do conceito. Portanto se mostrou plenamente possível sua utilização em conjunto com manufatura enxuta (ME). O importante é definir as medidas, as dimensões e a origem dos dados.

A aplicação da forma como está neste capítulo, sem dados reais do ambiente produtivo e sem o conhecimento desses dados, não permite a afirmação de que seja possível sua implantação numa determinada empresa. Portanto, as soluções prontas de BI também passam por essa restrição e se os sistemas de origem não suprirem os dados necessários, a aplicação é inviabilizada.

Na fase de testes poderão ocorrer pequenos ajustes na aplicação para atender às necessidades não previstas até então, mas o principal desafio agora é a carga dos dados do ambiente de produção e sua exploração.

5 IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO EM UMA SITUAÇÃO REAL

5.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar o resultado da aplicação do modelo proposto no capítulo 4. Para isso foi selecionada uma empresa de manufatura de calçados com as características necessárias. A empresa selecionada é nomeada de “Empresa Teste”, com o propósito de preservar a sua identidade. As descrições dos produtos e células produtivas também foram alteradas com o mesmo propósito.

Considerando uma lista de cinco empresas potenciais, antes de se chegar até a Empresa Teste, foram levantados os critérios de seleção listados abaixo, dos quais, entre as demais empresas consideradas, a empresa Teste foi a que mais se aproximou:

- Práticas de Manufatura Enxuta: A empresa tem demonstrado interesse nos assuntos relacionados à manufatura enxuta, assim como em alguns processos são adotadas ferramentas deste tipo;
- Cultura de Sistemas de Informação e *Data Warehouse*: A empresa possui sistema de informação para planejamento e controle da produção há mais de quinze anos, e vem buscando o desenvolvimento de base de dados gerencial ou *data warehouse*;
- Conhecimento no Sistema de Origem: O pesquisador possui grande parte do conhecimento necessário para a captura dos dados do sistema de informação utilizado pela Empresa Teste, e a empresa fornecedora do sistema de informação demonstrou abertura e disponibilidade para eventuais necessidades;
- Chão de fábrica com *layout* celular: A empresa trabalha com *layout* celular, onde é selecionado um determinado mix de produto a ser fabricado e direcionado para uma determinada mini-fábrica onde se encontram todos os recursos necessários para a fabricação, desde o corte até a expedição.

5.2 Implementação do modelo

Para se chegar ao teste efetivo da aplicação foi desenvolvida uma sequência de seis passos para guiar o trabalho até o objetivo final. A figura 5.1 ilustra os passos, e abaixo da figura segue a descrição dos seis passos, que fazem parte do documento de pedido de autorização enviado para a Empresa Teste (vide Apêndice A).

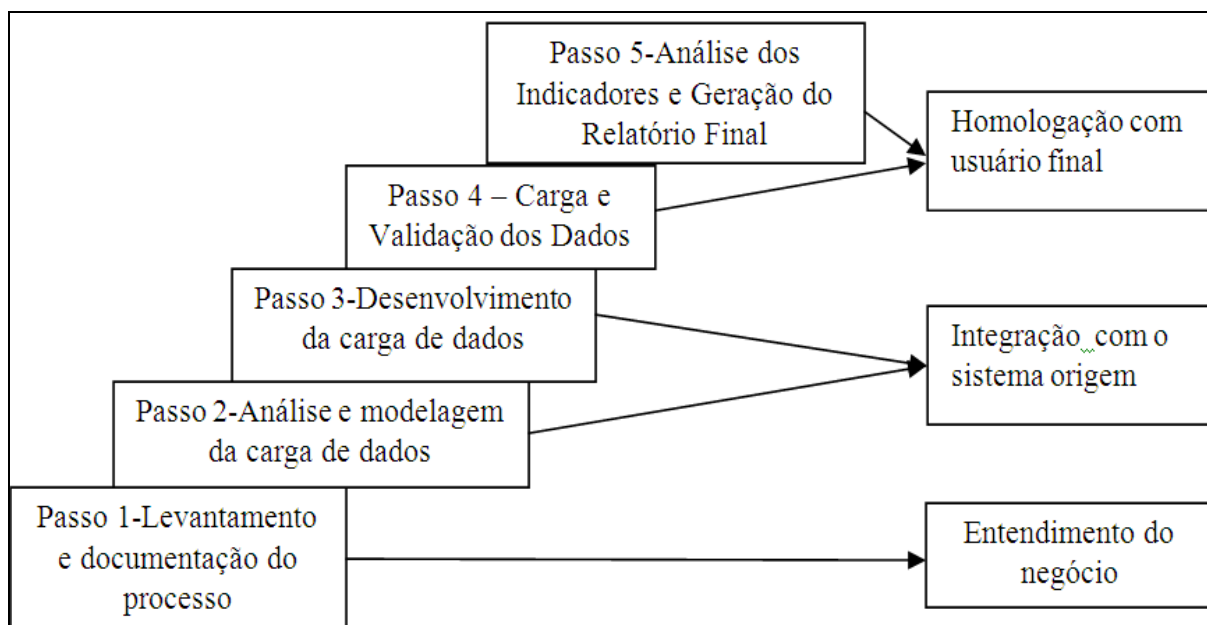


Figura 5.1 – Passos para os dados alimentarem os indicadores

Os passos apresentados na figura 5.1 ilustram cinco passos para a transformação dos dados bruto da base origem em dados estratégicos com a geração de indicadores. É necessário destacar que a aplicação analítica e parte do processo de carga dos dados já foram desenvolvidas anteriormente no capítulo 4. A função dos cinco passos da figura 5.1 é ligar as informações de origem ao *data mart* já desenvolvido, que por sua vez alimenta o cubo superprodução. A seguir será apresentado um detalhamento dos passos.

5.3 Levantamento e Documentação do processo

O levantamento ocorreu no mês de dezembro de 2008 e iniciou através de uma entrevista em visita à Empresa Teste. No dia da visita, a entrevista ocorreu na parte da manhã em uma reunião com o diretor industrial e o gerente de produção. Explanou-se que o objetivo da pesquisa era medir o nível do volume da produção em relação a vendas e com isso levantar o nível de superprodução, um conceito da manufatura enxuta. O diretor se pronunciou dizendo que a empresa já fazia parte do objetivo da pesquisa através de planilha eletrônica, mas que o recurso da planilha era limitado.

Na mesma reunião foram definidos os critérios da coleta de dados para o teste. Foram eleitos cinco principais modelos que eram fabricados numa determinada linha de produção denominada aqui de fábrica 06; o mix de modelos foram selecionados por representarem quase 50% da produção total. Os parâmetros tempo padrão, número de trabalhadores por célula foram informados através da planilha já utilizada. O período de carga definido foi o ano de 2008. O restante do dia foi dedicado ao levantamento e análise da

estrutura do sistema de informação para o desenvolvimento da coleta de dados de forma integrada.

Foi definido que a origem dos dados da demanda de vendas seria a tabela de Itens Vendidos, a origem da quantidade da produção realizada, a tabela de baixa das Ordens de Fabricação e o restante dos dados como tempo padrão por célula, quantidade de operadores, descrição dos produtos e células originariam de planilha.

Além das informações utilizadas como critério de seleção apresentadas na introdução deste capítulo, no dia da visita foram levantados outros dados listados a seguir para caracterizar a empresa Teste:

- Os produtos fabricados: linha de tênis masculino e feminino;
- Trabalhadores diretos: 1000;
- Produção aproximada: um milhão e cem mil pares por ano;
- Tempo de implantação de sistema ERP na produção: desde 1993;
- Tipo de produção: *make-to-order*, mas existem casos de adiantamento de pedidos de vendas com entrega futura.

5.4 Integração com o Sistema Origem

5.4.1 Introdução

Existe uma grande quantidade de indicadores desenvolvidos na literatura, mas a sua implementação na prática depende da alimentação de dados, que muitas vezes são inviáveis de se coletar frequentemente ou até mesmo de uma única vez. Muitos trabalhos publicados na área de sistema de medição de desempenho (SMD) não dão a devida importância para coleta dos dados. No final, o que realmente conta em termos de aderência num SMD são os indicadores utilizados na prática.

Nesta sessão são descritos o passo 2: Análise e modelagem da carga dos dados, e o passo 3: Desenvolvimento da carga dos dados, ambos ilustrados na figura 5.1. Inicialmente no passo 3 é analisada a base de dados do sistema de informação da Empresa Teste. A partir da análise é projetada a modelagem da carga dos dados para alimentar a *data staging area* (DSA) que por sua vez alimenta o *data mart / data warehouse* (DW) e depois o cubo. Os processos de carga modelados no passo 3 são executados após a codificação no passo 4. É no passo 4 que ocorre a leitura real do sistema origem e a gravação no *data mart / data warehouse* (DW).

5.4.2 Análise e Modelagem da Carga dos Dados

O passo Análise e Modelagem da Carga de Dados, inicia-se em uma visão macro. Portanto, a figura 5.2 apresenta a modelagem da carga dos dados do sistema origem para a área de estágio ou *data staging* área (DSA) do *data warehouse* (DW). Logo após é descrita cada origem da figura 5.2 em um nível mais detalhado de coleta dos dados.

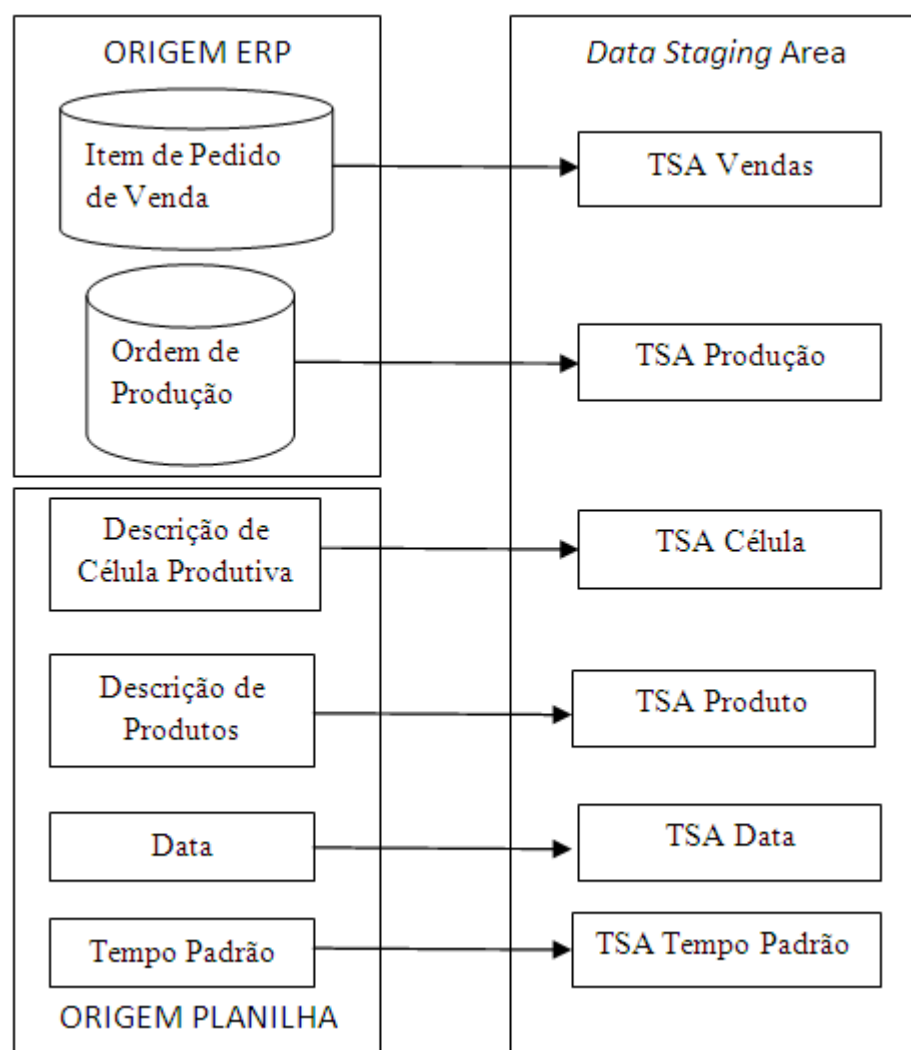


Figura 5.2 – Modelo da Carga dos Dados

A figura 5.2 está dividida em duas partes, a parte da esquerda e da direita; à esquerda localizam-se as origens ERP e Origem Planilha de onde os dados serão coletados; à direita estão as tabelas onde os dados serão entregues.

É importante explicar que o modelo desenvolvido não contempla o controle de processamento, tabela que determina o período e frequência de coleta dos dados. Não foi necessário investir neste processo neste momento, pois o teste atual é de carga única. Mas é comum os processos de carga de dados serem programados para rodar durante a noite com

freqüência diária, semanal ou mensal, o processo de carga coleta apenas os dados do período corrente, diminuindo assim o tempo de processamento de carga.

Segue uma breve descrição de cada processo de carga, conforme as tabelas:

- A tabela TSA_Vendas é atualizada com todos os produtos vendidos a partir da leitura da Origem ERP Itens de Pedido de Venda. Os dados carregados nessa tabela são: data da entrega, código do produto, quantidade vendida;
- A tabela TSA_Produção é atualizada pela origem Ordem de Fabricação. Nesta tabela está a produção realizada diariamente. Os dados carregados nesta tabela são: data da produção, código do produto, quantidade de produção;
- As tabelas TSA Célula e TSA Produto não foram carregadas da origem ERP, como já foi dito na introdução deste capítulo, para preservar a identidade da Empresa Teste. Observa-se sua carga a partir da Origem Planilha. A tabela 5.1 apresenta a estrutura dos dados de célula produtiva e a tabela 5.2 apresenta a estrutura de produtos de vendas.

CD_CELULA	NOME_CELULA	CODIGO_FABRICA	DESC_FABRICA	DESC_GRUPO	VR_CUSTO_HORA	QTDE_MAO_DEOBRA
104	PESPONTO 06	99	FABRICA 06	PESPONTO	450,00	9
105	MONTAGEM 06	99	FABRICA 06	MONTAGEM	650,00	6
199	FREQUENCIA 06	99	FABRICA 06	FREQUENCIA	250,00	2
148	PREPARACAO 02	146	FABRICA 02	PREPARACAO	50,00	2
201	FREQUENCIA 02	146	FABRICA 02	FREQUENCIA	200,00	2
100	CORTE 06	99	FABRICA 06	CORTE	650,00	4
102	PREPARACAO 06	99	FABRICA 06	PREPARACAO	40,00	2
106	EXPEDICAO 06	99	FABRICA 06	EXPEDICAO	40,00	2
147	CORTE 02	146	FABRICA 02	CORTE	250,00	5
150	PESPONTO 02	146	FABRICA 02	PESPONTO	500,00	7
151	MONTAGEM 02	146	FABRICA 02	MONTAGEM	450,00	6
154	EXPEDICAO 02	146	FABRICA 02	EXPEDICAO	40,00	2

Tabela 5.1 – Planilha Cadastro da Descrição de Células Produtivas

Na tabela 5.1, as colunas de célula produtiva da esquerda para a direita são: código da célula, nome da célula, código da fábrica, descrição da fábrica, descrição do grupo, valor do custo hora e quantidade de mão de obra. A coluna valor do custo hora deve refletir o custo para manter a célula em produção durante uma hora. O objetivo da coluna é permitir levantar o custo da produção através da multiplicação custo hora x horas produção, cálculo descrito na tabela 5.5, mas como esta informação não existe na Empresa Teste o valor informado na tabela 5.1 é fictício. A coluna quantidade de mão de obra é a quantidade de

operadores que trabalham na célula. Os dados informados na coluna quantidade de mão de obra são reais, porém é importante observar a necessidade de dados históricos, tanto para mão de obra como para valor custo, pois esses parâmetros podem mudar com o tempo, o parâmetro atual não serve para um período futuro ou passado com números diferentes. Portanto, com o modelo atual desenvolvido, a *data mart* guarda o histórico conforme a mudança de período, mas como a Empresa Teste não possui dados históricos de quantidade de mão de obra e valor do custo hora, não é possível fazer uma análise do passado.

CD_PRODUTO	DESC_PRODUTO	NOME_FAMILIA_PRODUTO
10162	PRODUTO 10162	FAMILIA 1
10158	PRODUTO 10158	FAMILIA 2
10149	PRODUTO 10149	FAMILIA 4
10120	PRODUTO 10120	FAMILIA 4
10167	PRODUTO 10167	FAMILIA 4

Tabela 5.2 – Planilha Cadastro Descrição dos Produtos de Vendas

Na tabela 5.2, os dados de produto da esquerda para a direita são: Código do Produto, Descrição do Produto, Nome da Família de Produto.

- A tabela TSA Data é atualizada a partir da Origem Planilha. Ela é utilizada para a dimensão tempo, que permite as análises por hierarquia de data, por exemplo: semana, mês, trimestre e ano. A tabela 5.3 apresenta a estrutura das colunas.

DATA	DS_SEMANA	NR_ANO_MES	NR_TRIMESTRE	NR_SEMESTRE	NR_ANO
1/1/2008	Semana 1	200801	200801	200801	2008
2/1/2008	Semana 1	200801	200801	200801	2008
3/1/2008	Semana 1	200801	200801	200801	2008
4/1/2008	Semana 1	200801	200801	200801	2008
5/1/2008	Semana 1	200801	200801	200801	2008
6/1/2008	Semana 2	200801	200801	200801	2008
7/1/2008	Semana 2	200801	200801	200801	2008
8/1/2008	Semana 2	200801	200801	200801	2008

Tabela 5.3 – Planilha Cadastro da Hierarquia de Data

Na tabela 5.3, os dados de data da esquerda para a direita são: Data, descrição da semana, número do ano e mês, número do trimestre, número do semestre, número do ano. É importante definir que a tabela 5.3 não é o parâmetro controle de processamento, ela é uma tabela de hierarquia de data, permite a partir da data fazer várias análises dos dados em períodos agrupados. A tabela aqui chamada de data é muitas vezes chamada de dimensão tempo em projetos de DW.

- A tabela TSA Tempo Padrão é atualizada a partir da Origem Planilha. Ela permite a conversão das quantidades dos produtos vendidos e produzidos em horas.

CD_PRODUTO	CD_CELULA	DS_CELULA	TEMPO_PADRAO
10120	100	Corte 1	0,0257
10120	104	Pespono 1	0,0260
10120	105	Montagem 1	0,3292
10149	100	Corte 1	0,0292
10149	104	Pespono 1	0,0308
10149	105	Montagem 1	0,4143

Tabela 5.4 – Planilha Cadastro do Tempo Padrão

Na tabela 5.4, os dados de data da esquerda para a direita são: Código do Produto, Código da Célula, Descrição da Célula e Tempo Padrão em hora. O cálculo para converter o par de calçado em horas é dado em (quantidades de pares * tempo padrão em hora), logo 1000 pares e um tempo padrão em horas de 0,001, portanto $1000 * 0,001 = 1$ hora de trabalho.

Neste passo a estrutura e estratégias de contorno para as informações não disponíveis no sistema de origem estão definidas. Para concluir a fase de modelagem da carga de dados falta a especificação do mapeamento dos dados de origem ERP apresentada na tabela 5.5, a seguir.

Data Staging Area			Data Mart		FAT_SUPERPRODUCAO	
ERP	ORDEM DE PRODUÇÃO	PRODUCAO	DATA	Chave Estrangeira		CA_DATA
			CD_PRODUTO	Chave Estrangeira		CA_PRODUTO
			CD_CELULA	Chave Estrangeira		CA_CELULA
			QTDE_PARES	Normal		QTDE_PARES_PRODUCAO
ERP	ITENS DE VENDAS	VENDAS	DATA	Chave Estrangeira		CA_DATA
			CD_PRODUTO	Chave Estrangeira		CA_PRODUTO
			CD_CELULA	Chave Estrangeira		CA_CELULA
			QTDE_PARES	Normal		QTDE_PARES_VENDAS
PLANILHA	TEMPO - PADRAO	CD_PRODUTO				
		CD_CELULA				
		VR_TEMPO_PADRAO				
			TSA_VENDAS.QTDE_PARES_VENDAS * TEMPO_PADRAO.VR_TEMPO_PADRAO	Cálculo	HORAS_VENDAS	
			TSA_PRODUCAO.QTDE_PARES_PRODUCAO * VR_TEMPO_PADRAO	Cálculo	HORAS_PRODUCAO	
			TSA_CELULA.VR_CUSTO_HORA * HORAS_VENDAS	Cálculo	VR_CUSTO_VENDAS	
			TSA_CELULA.VR_CUSTO_HORA * HORAS_PRODUCAO	Cálculo	VR_CUSTO_PRODUCAO	
			data do sistema()	Função	DT_PROCESSAMENTO	

Tabela 5.5 – Mapeamento da Data Staging Area (DSA): Fato Superprodução

A tabela 5.5 é o complemento que falta na tabela 4.4 - Mapeamento do Processo de Carga, ela é responsável por mapear a carga dos dados da Ordem de Produção e Itens de Vendas do sistema origem para a DSA. As demais tabelas que aparecem mapeadas na tabela 4.4, aqui aparecem nas Tabelas 5.1 - Cadastro da Descrição de Células Produtivas, 5.2 – Planilha Cadastro Descrição dos Produtos de Vendas, 5.3 – Planilha Cadastro da Hierarquia de Data e 5.4 – Planilha Cadastro do Tempo Padrão. As cargas dessas tabelas continuaram com a origem planilha, porém as planilhas foram alimentadas com dados da Empresa Teste.

- A ordem de fabricação é a origem da quantidade de pares produzidos por data, produto e pares;
- Os itens de vendas é a origem da quantidade de pares vendidos por data, produto e célula;
- O campo calculado HORAS_VENDAS é a quantidade de horas vendidas de um determinado produto e célula. O cálculo é dado por $(qtde_pares_vendas * vr_tempo_padrão)$;
- O campo calculado HORAS_PRODUCAO é a quantidade de horas para se fabricar um determinado produto e célula. O cálculo é dado por $(qtde_pares_producao * vr_tempo_padrão)$;
- O campo calculado VR_CUSTO_VENDAS é o valor financeiro do custo avaliado de produção dos produtos vendidos. O cálculo é dado por $(horas_vendas * vr_custo_hora)$;
- O campo calculado VR_CUSTO_PRODUCAO é o valor financeiro do custo avaliado de produção dos produtos fabricados. O cálculo é dado por $(horas_produção * vr_custo_hora)$.

5.4.3 Desenvolvimento da carga dos dados

Depois de especificado o mapeamento na tabela 5.5, o próximo passo é a codificação em linguagem de programação para carga dos dados. A figura 5.3 ilustra o processo completo de carga dos dados *data mart* superprodução.

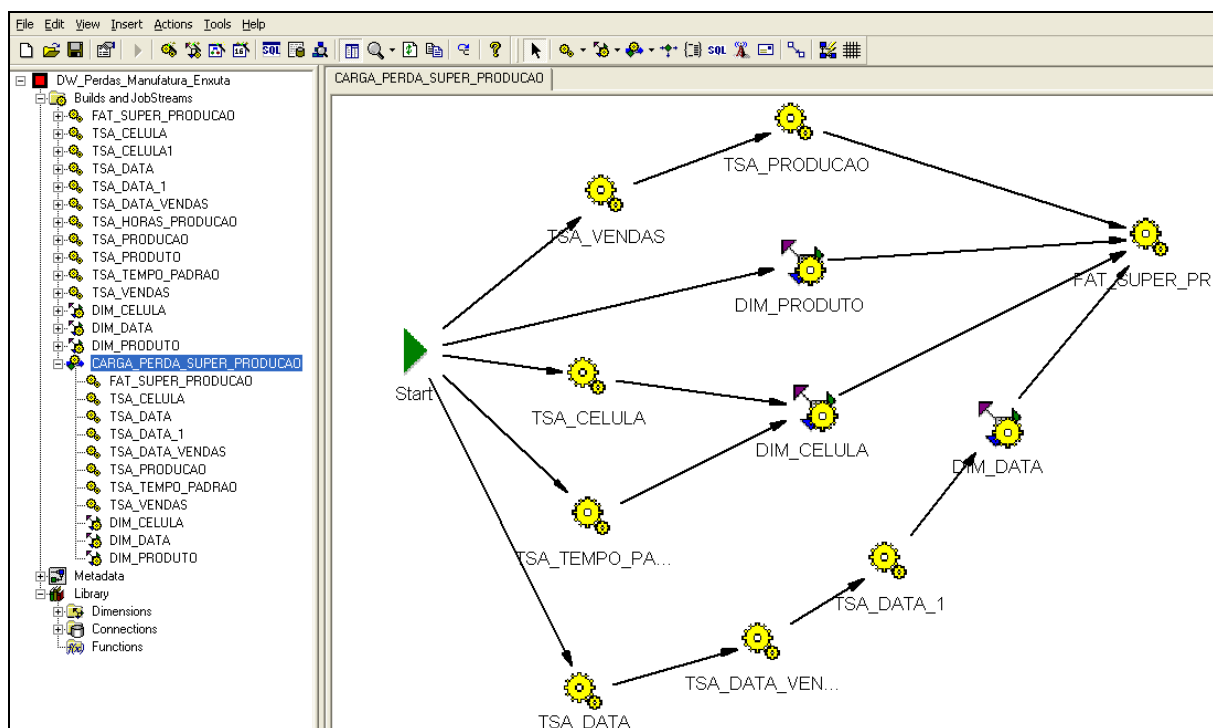


Figura 5.3 – Carga da super produção numa ferramenta de ETL

A figura 5.3 é uma cópia da tela de carga dos dados desenvolvida na ferramenta de ETL. Do lado esquerdo da tela aparecem todos os processos de carga em formato de lista. Do lado direito aparece a seqüência de carga executada pelo processo CARGA_PERDA_SUPER_PRODUCAO. As saídas finais do *data mart* de superprodução dos processos executados na figura 5.3 são as tabelas DIM_PRODUTO, DIM_DATA, DIM_CELULA e FAT_SUPER_PRODUCAO. O processo TSA_VENDAS e TSA_PRODUCAO são os responsáveis por carregar os pedidos de vendas e a produção realizada diariamente do ERP da Empresa Teste para a DSA. Observe que o próximo processo é a FAT_SUPER_PRODUCAO.

Da mesma forma a tabela 5.5 - Mapeamento *Data Staging Area* (DSA) da fato superprodução é complemento da tabela 4.4 - Mapeamento do Processo de Carga em tempo de modelagem. Aqui a figura 5.3 é o complemento da figura 4.8 - Carga Superproducao em tempo de codificação da linguagem de programação da *Data Staging Area* (DSA).

Sendo assim, para entender um pouco do processo de codificação da carga de dados, a figura 5.4 apresenta a codificação do processo TSA_PRODUCAO_REALIZADA que está dentro do último processo da figura 5.3 com o nome FAT_SUPER_PR.

TSA_PRODUCAO_REALIZADA - Data Source Properties

General | Query | Result columns | Literals | Derivations

Database : DW_SUPERPRODUCAO

Database objects : DW_SUPERPRODUCAO

Origem

Query : **Codificação**

```

SELECT PRO.DT_BAIXA      AS DATA,
       TPA.CD_CELULA     AS CD_CELULA,
       PRO.T_PRODUTO_I_1 AS CD_PRODUTO,
       PRO.QUANTIDADE    AS QUANTIDADE,
       TPA.TEMPO_PADRAO  AS TEMPO_PADRAO,
       TCL.VR_CUSTO_HORA AS VR_CUSTO_HORA

FROM   TSA_PRODUCAO     PRO,
       TSA_TEMPO_PADRAO TPA,
       TSA_CELULA       TCL

WHERE  PRO.T_PRODUTO_I_1 = TPA.CD_PRODUTO
       AND PRO.SETOR_PRODUTIVO = TPA.CD_CELULA
       AND PRO.SETOR_PRODUTIVO = TCL.CD_CELULA

```

Advanced >>

Test

Read 82207 rows

Colunas de Saída

DATA	CD_CELULA	CD_PRODUTO	QUANTIDADE	TEMPO_PADRAO	VR_CUSTO_HORA
20...	106	10120	15	0,3292	300
20...	106	10120	15	0,3292	300
20...	106	10120	15	0,3292	300
20...	106	10120	15	0,3292	300
20...	106	10120	15	0,3292	300
20...	106	10120	15	0,3292	300
20...	106	10120	13	0,3292	300
20...	106	10120	12	0,3292	300
20...	106	10120	15	0,3292	300

Figura 5.4 – Codificação da carga de produção realizada

A figura 5.4 apresenta a codificação da carga de produção realizada, ela apresenta na parte superior à esquerda, a origem de onde está buscando a informação. À esquerda da figura é demonstrada a codificação e na parte de baixo, as colunas de saída propriamente ditas. A codificação é desenvolvida em linguagem PL-SQL.

É importante destacar que o filtro de dados para o ano 2008 foi feito num processo que antecede o processo demonstrado na figura 5.4. Na realidade o filtro é feito no processo TSA_PRODUCAO que aparece na figura 5.3.

5.5 Carga e Validação dos Dados

É comum o processo de carga e validação dos dados ocorrer em conjunto com o próprio desenvolvimento da carga dos dados. Enquanto se está programando os processos de carga, a massa de dados é testada e os seus números validados através de verificação dos

parâmetros e dimensões necessárias para a carga dos fatos efetivos. Depois de desenvolvida a carga dos dados, a validação se torna muitas vezes apenas um passo formal, porém é fundamental para garantir a qualidade e credibilidade perante aos usuários. É necessário que o usuário confirme os números coletados pelo menos em termos macros.

Na Empresa Teste, para carga e validação dos dados foi definido um determinado mix de produtos conforme a tabela 5.2. Inicialmente foi definida a fábrica 06 e suas células produtivas, mas foi necessário incluir a fábrica 02 conforme descrita na tabela 5.1. A necessidade surgiu ao observar uma quantidade de pares vendidos muito superior aos pares produzidos com base na fábrica 06. Ao entrar em contato com a Empresa Teste descobriu-se que era necessário carregar a produção da fábrica 02, pois quando a demanda é maior do que a capacidade da fábrica 06, o excedente é direcionado para a fábrica 02, que é uma fábrica mais flexível e preparada para mudança rápida.

Depois de ajustada a inclusão da fábrica 02 na carga dos dados apareceu outro problema: o cálculo de horas para vendas. Para converter a quantidade de pares em horas foi utilizada a tabela tempo padrão para multiplicar pares x tempo padrão, cálculo já descrito na tabela 5.5. Ocorreu que com a inclusão da fábrica 02, todos os pares de vendas foram convertidos em horas para fábrica 02 e fábrica 06, e assim duplicando a quantidade de horas de vendas. A solução adotada foi utilizar apenas a fábrica 06 como parâmetro de horas para vendas. Depois deste ajuste, os números de vendas e produção foram confirmados pela Empresa Teste, onde o total de vendas para o ano 2008 somaram 407.888 (quatrocentos e sete mil, oitocentos e oitenta e oito) pares e total de produção de 400.315 (quatrocentos mil, trezentos e quinze) pares.

5.6 Exploração dos dados

A partir desse ponto serão apresentadas algumas telas analisadas e extraídas do cubo gerado pelo processo de carga no *data mart* superprodução e explorado por uma ferramenta OLAP. Com o objetivo de conhecer as possibilidades de análise e exploração, primeiramente a figura 5.5 apresenta uma tela geral com as alternativas de análise do cubo.

A figura 5.5 - Tela Geral de Exploração do Cubo SuperProdução apresenta o aplicativo propriamente dito. Para facilitar a identificação, foram incluídas na figura 5.5 as palavras dimensão data, dimensão produto, dimensão célula e medidas. Do lado esquerdo ficam como alternativas de análise e filtro do relatório, do lado direito se localizam no relatório propriamente dito. As análises possíveis são:

- Dimensão data: a navegação pode ser feita por ano e mês, por semana e por dia.
- Dimensão Produto: a navegação por ser feita por família e produto.
- Dimensão célula: a navegação pode ser feita por Fábrica, Grupo de célula, e célula produtiva

The screenshot shows the PowerPlay Explorer interface with a tree view on the left and a table of measures on the right. The tree view is organized into four dimensions: Data, Produto, Célula, and MEASURES. The Data dimension includes 2008, By Semana, and By Dia. The Produto dimension includes Família and Produto (with sub-items PRODUTO 10120, 10149, 10158, 10162, 10167). The Célula dimension includes FABRICA 06, FABRICA 02, By Grupo (with sub-items CORTE, PREPARACAO, PESPONTO, MONTAGEM, EXPEDICAO, FREQUENCIA), and By Célula. The MEASURES dimension lists various metrics like Qtde Pares Producao, Qtde Pares Venda, Horas Producao, etc.

Medidas	2008	Data
Qtde Pares Producao	400.315	400.315
Qtde Pares Venda	407.888	407.888
Horas Producao	142.064,00	142.064,00
Horas Vendas	145.083,00	145.083,00
Qtde Operadores	4	4
% Pontualidade Produção / Vendas	%-2,08	%-2,08
Horas Super Produção	0	0
Horas Atraso da Produção	-3019	-3019
Valor Horas Super Produção	R\$ 0	R\$ 0
Qtde de Dias	251	251

Figura 5.5 - Tela Geral de Exploração do Cubo SuperProdução

Conforme pode ser observado na figura 5.5, ao considerar as dimensões e as medidas, são muitas as combinações permitidas para se montar diferentes relatórios. Ao explorar o cubo, a empresa está conhecendo o comportamento de seus processos. Com base neste conhecimento poderá ou não tomar decisão baseada na informação, esse é um critério individual e é neste momento que se realiza a inteligência de negócio.

O conceito básico de exploração do cubo superprodução é observar o comportamento da variação das horas de produção em relação às horas vendas. O ideal é que não tenha variação, e essa situação indica alta pontualidade ou sincronia da produção com a demanda de vendas. Pode-se colocar que a produção busca o conceito *just in time* com vendas ou com os clientes finais. Porém quando ocorrer variação, um analista de *business intelligence*

poderá explorar o cubo de superprodução para avaliar o comportamento dos dados modelados e mapeados.

A exploração em princípio inicia-se configurada com períodos maiores, geralmente para explorar um determinado ano é utilizado doze colunas mensais, para explorar um mês é utilizado colunas semanais ou diárias. Da mesma forma é o conceito para as demais dimensões, a exploração parte de cima para baixo, do nível mais alto para o nível mais baixo de granularidade. Neste sentido, o cubo superprodução está modelado com seguinte estrutura:

- Dimensão Data: o nível mais alto de data é o ano e o mais baixo é o dia do ano;
- Dimensão Produto: O nível mais baixo é o código e descrição, o mais alto é a família do produto;
- Dimensão Célula: O nível mais baixo é o código e descrição da célula e o mais alto é o grupo da célula.

A seguir, serão apresentadas algumas sugestões de relatórios com o objetivo de medir comportamentos que levam à perda por superprodução. Portanto, observando-se as informações do cubo na figura 5.5, não apenas processos de manufatura enxuta necessitam acompanhar volume vendido x volume produzido, mas conclui-se que a aplicação do modelo desenvolvido pode beneficiar outros tipos de manufatura ou mesmo o seguimento de atividades.

Para facilitar a exploração e o entendimento, na próxima página, apresenta-se na tabela 5.6 uma planilha do cubo superprodução com todas as medidas mês a mês.

Medidas	2008/Jan	2008/Fev	2008/Mar	2008/Abr	2008/Mai	2008/Jun	2008/Jul	2008/Ago	2008/Set	2008/Out	2008/Nov	2008/Dez	2008
Qtde Pares Produção	37.049	36.489	23.441	28.564	35.126	38.101	37.596	24.243	40.556	52.488	27.419	19.243	400.315
Qtde Pares Venda	46.271	20.679	22.922	34.301	35.192	35.382	31.183	27.610	36.925	44.480	35.000	37.943	407.888
Horas Produção	14.091	13.389	8.601	10.203	12.391	13.636	13.144	8.430	14.048	17.811	9.404	6.916	142.064
Horas Vendas	17.517	7.468	8.404	12.384	12.550	12.760	11.132	9.497	12.710	15.249	11.942	13.470	145.083
% Super Produção	-20%	79%	2%	-18%	-1%	7%	18%	-11%	11%	17%	-21%	-49%	-2%
Horas Super Produção	0	5.921	197	0	0	876	2.012	0	1.338	2.562	0	0	0
Horas Atraso da Produção	-3.426	0	0	-2.181	-159	0	0	-1.067	0	0	-2.538	-6.554	-3.019
Valor Horas Super Produção	0	11.842	394	0	0	1.752	4.024	0	2.676	5.124	0	0	0
Qtde de Operadores	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Qtde de Dias	18	21	20	21	21	22	22	22	22	23	18	21	251
Qtde pares por Operador	232	228	147	179	220	238	235	152	253	328	171	120	2.502
Qtde pares por Operador /Dias	13	11	7	9	11	11	11	7	12	14	10	6	10

Tabela 5.6 – Planilha das Medidas de Janeiro a Dezembro de 2008

A tabela 5.6 relaciona todas as medidas do cubo da figura 5.5, porém com valores apontados de janeiro até dezembro de 2008. Além das medidas do cubo para essa tabela é calculada a Qtde Pares Por Operador / Dias, que é a divisão da Qtde Pares Por Operador pela Qtde de Dias. Desta forma foram disponibilizados todos os dados existentes no cubo, restando apenas as demais quebras por dimensão Data, Célula e Produto. Com esta tabela será possível apresentar alguns aprofundamentos com gráficos, filtros e acréscimo de mais quebras.

Analisando a linha % Super Produção é possível notar a variação da Qtde Pares Produção e Qtde Pares Venda convertidas em Horas Produção e Horas Vendas. Esta é a linha que indica a sincronia entre a demanda de vendas e a produção realizada como também é possível verificar oscilações da demanda de vendas e da produção. Agora, na prática, observa-se que a linha % Super Produção, chama a atenção o fato de somente nos meses de março e maio não ter havido grande variação entre a demanda e a produção, porém a variação anual ficou em 2%, o que, em relação a esses meses, é um número baixo.

O gráfico 1 apresenta a linha da planilha % Super Produção em um gráfico de linha, o gráfico 1 é o principal indicador para medir a superprodução no modelo desenvolvido, é a partir dele que as demais análises são feitas.

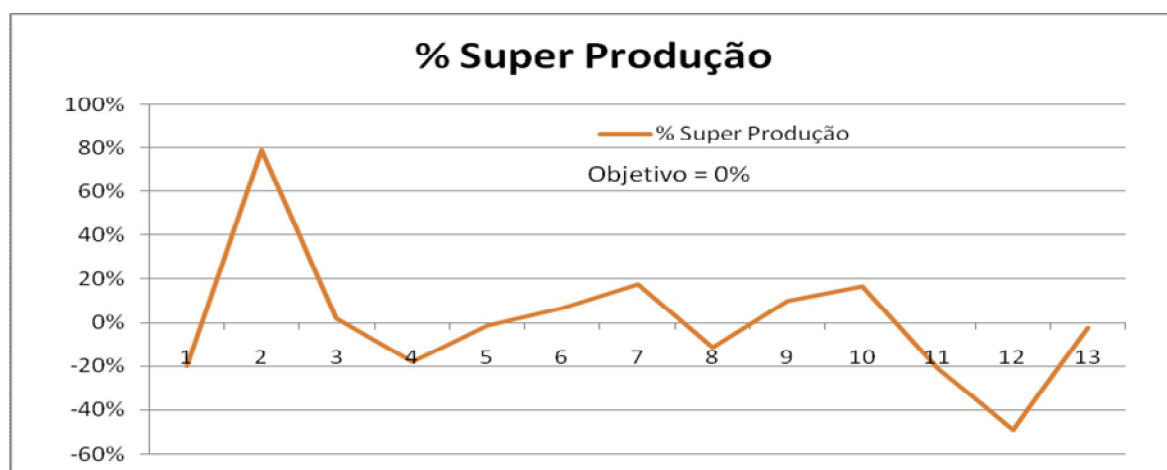


Gráfico 1 - % Super Produção

Verifica-se no gráfico 1 que os únicos meses de 2008 que ficaram com % Super produção zero são os meses 3 e 5 e os meses com maior variação são os meses 2, 4, 7, 10 e 12. A partir deste resultado, os meses 2 e 10 serão os mais explorados por terem tido maior variação.

Colocando as linhas Horas Produção e Horas Vendas no gráfico de linha conforme demonstrado no Gráfico 2, observa-se um pico de produção no mês de outubro, e também fica visível que em alguns meses a demanda de vendas é maior do que a quantidade

produzida. O objetivo do gráfico 2 é avaliar que o que causou as variações do gráfico anterior foi ou venda ou produção em excesso. Pode-se concluir por exemplo que no mês 2 houve uma queda brusca nas vendas.

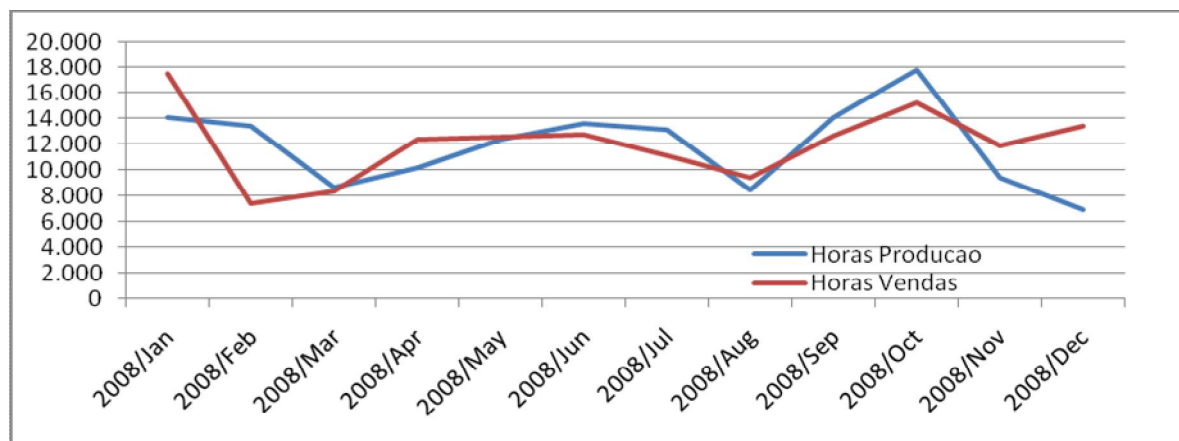


Gráfico 2 – Variação das Horas Produção sobre as Horas Vendas

Os comentários do gerente de produção da Empresa Teste, ao ver os dois gráficos, foram de que as variações de produção e vendas ocorrem na manufatura de calçados e que os gráficos são ferramentas interessantes para se conhecer e acompanhar essas oscilações. Ele comentou sobre a oscilação para cima no mês de outubro, a empresa faz todo ano uma grande promoção de vendas com entrega para janeiro, e normalmente neste período as vendas são maiores do que o que se produz. No entanto é importante destacar que este fato não causa impacto em outubro, mas somente em janeiro quando está prevista a entrega. Outro comentário do gerente é de que caso a empresa adote esse gráfico algum dia, terá que ser feito um trabalho com o cadastramento dos períodos de entrega de vendas, para refletir fielmente à realidade da empresa na questão de adiantamento dos pedidos com entrega futura.

Através do gráfico 3 uma abertura dos gráficos 1 e 2 por produto é explorada:

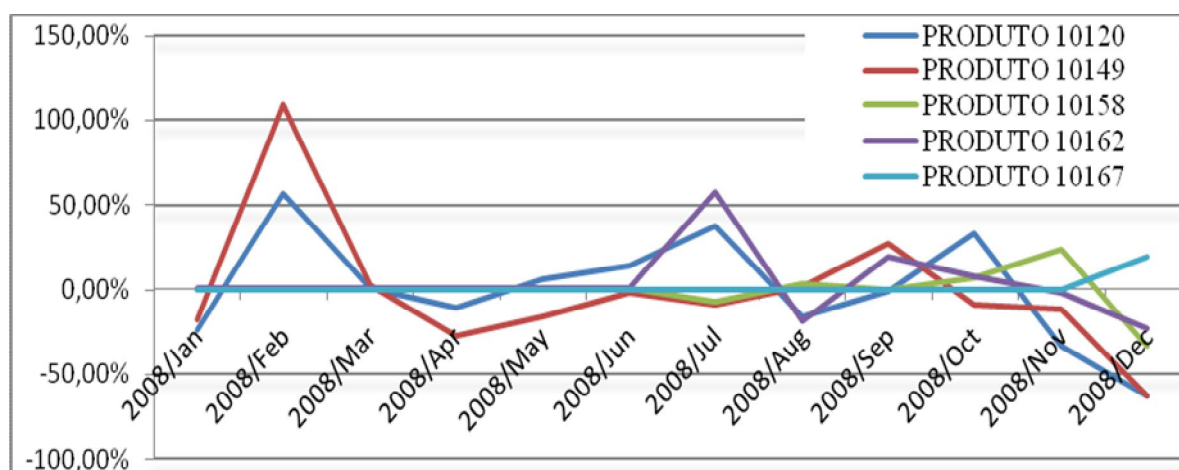


Gráfico 3 – Super Produção por Produto

Continuando com o gráfico 3, é possível encontrar 2 produtos que mais oscilam em % Super produção. São eles os produtos 10149 e 10120, que apresentam picos positivos e negativos de % Super produção durante o ano de 2008. Fica evidente com a exploração do gráfico 3 que a superprodução é mais acentuada em determinados produtos e meses. É relevante destacar que seria útil a exploração de outras perdas neste ponto, e com isso chegar-se à conclusão de que o desequilíbrio de superprodução tenha sido causado por influência de outras perdas da manufatura enxuta (ME).

Mesmo não tendo outro caminho de análise é o gráfico 4, através dele verifica-se o impacto da Qtde de Operadores e a Produtividade pares por Operador.

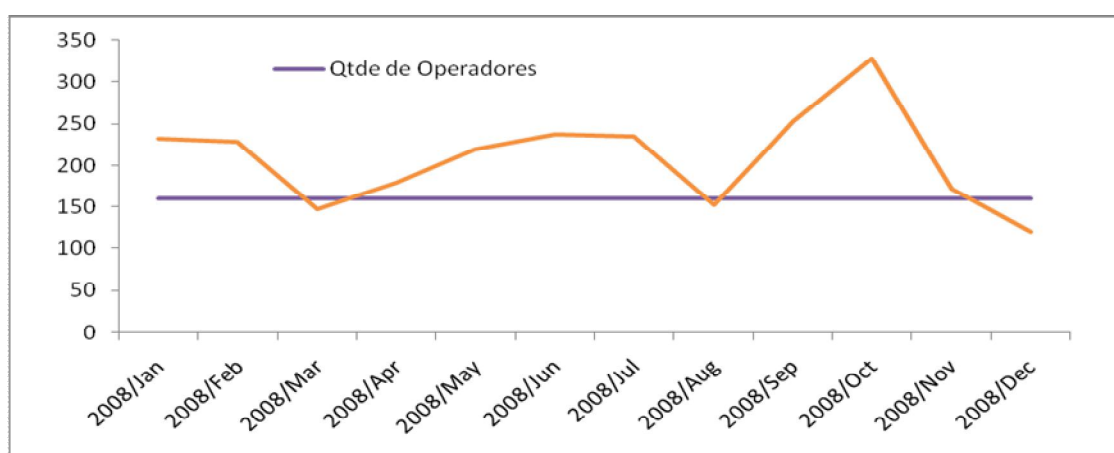


Gráfico 4 – Qtde de Operadores x Qtde de pares por Operador /Mês

A análise do gráfico 4 permite observar a quantidade de produção par por operador. É bom lembrar que a quantidade de operadores informada não é histórica portanto a variação no gráfico 4 é apenas de Qtde de pares. Essa análise permite encontrar o impacto da produtividade por operador em relação à super produção, num trabalho investigativo. Esse gráfico pode apontar que o desequilíbrio tenha sido causado pela mão de obra.

Com o gráfico 5 observa-se alta oscilação da produtividade medida em pares por operador. O ideal é que as barras do gráfico 5 apareçam homogêneas ou com tendência ascendente, para representar avanço em termos de produtividade. A exploração visual indica a variação da produtividade mês a mês de todas as células das fábricas em análise.

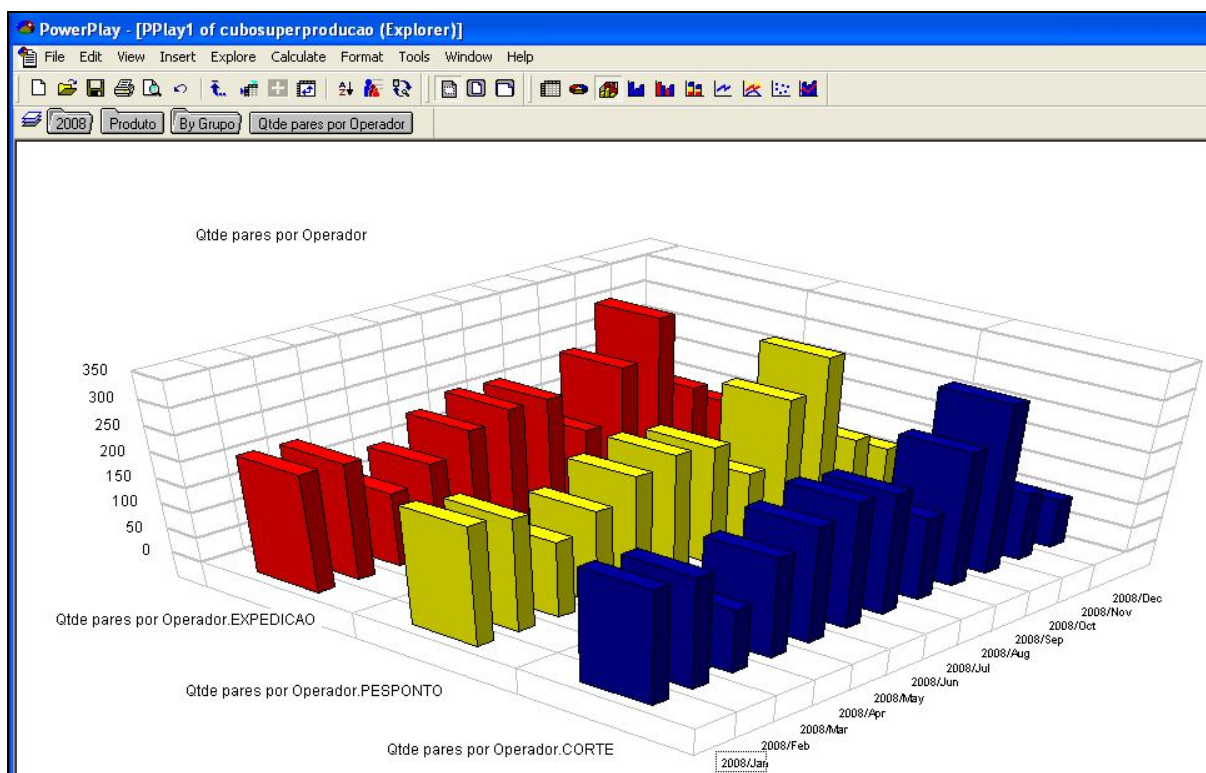


Gráfico 5 – Análise da Qtde de pares por operador

Em termos de aprofundamento da análise dos dados no cubo superprodução, o gráfico 5 está no nível grupo de célula, expedição, corte e pesponto. Pode-se chegar até o nível célula como por exemplo, corte 02. No que diz respeito a produto não há filtro e nem estão inclusas as informações no gráfico; Porém, é importante destacar que embora existam mais informações para serem exploradas no cubo, o gráfico de barras ficaria muito poluído e não seria viável. No caso de se explorar mais detalhe “*drill down*”, o padrão de exploração deve sempre selecionar a exceção, portanto o gráfico 6 filtra o período mensal dezembro/2008 que apresenta a pior produtividade do gráfico 4.

Considerando a Quantidade de operador média anual da Empresa Teste, o mês de dezembro/2008 foi o pior mês em produtividade par por operador. O gráfico 6 apresenta o detalhamento por dia , podendo assim percorrer todos os dias com o objetivo de encontrar algum comportamento diferente do padrão.

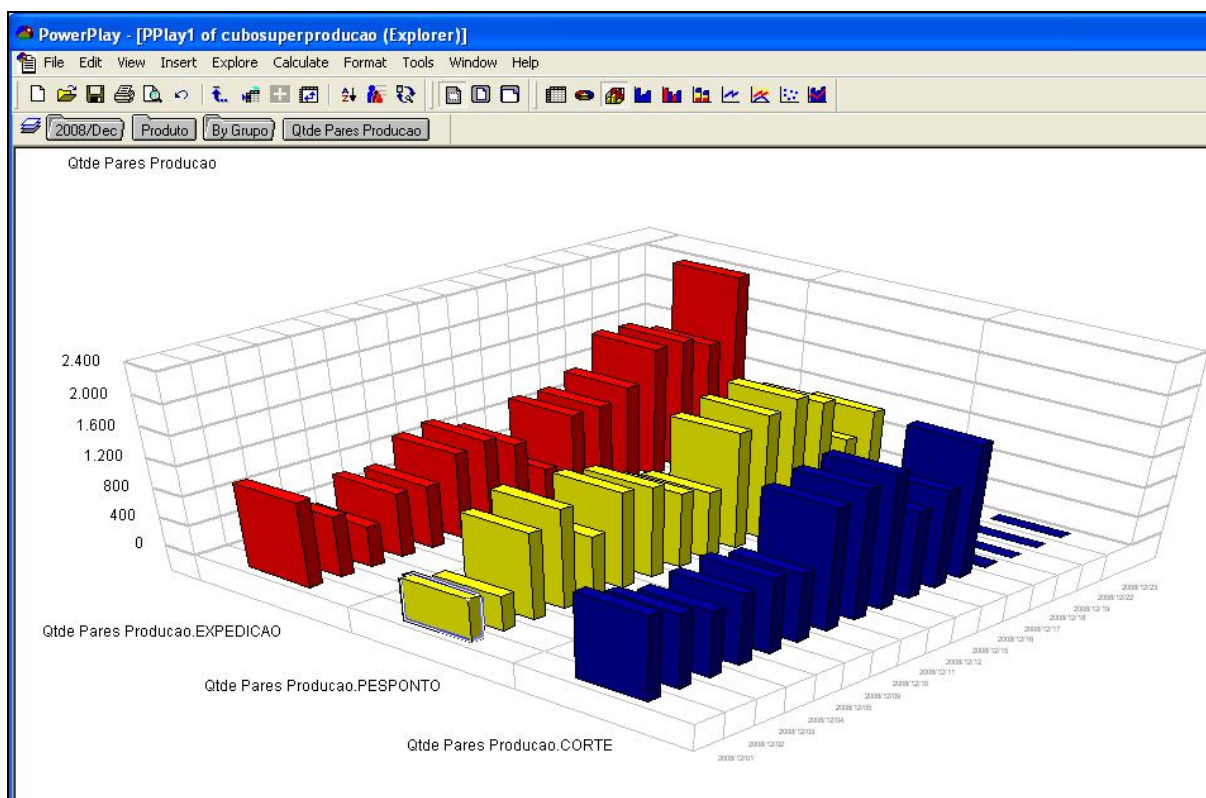


Gráfico 6- Exploração da Produtividade Célula Diária

Através do gráfico 6 é possível observar o comportamento do processamento em Qtde de Pares produzidos por dia no mês de dezembro/2008. Alguns fatos chamam a atenção no gráfico, como por exemplo, o pesponto apresentar um padrão diário diferente do corte, outro fato que chama a atenção é a presença de alguns picos na quantidade produzida da expedição.

5.7 Análise e Geração dos Resultados

Com o desenvolvimento deste trabalho desde a construção da aplicação até a geração dos gráficos na seção anterior, chega-se às seguintes conclusões sobre o modelo OLAP desenvolvido para avaliar a manufatura enxuta na indústria de calçados:

- O parâmetro base (horas produção / horas vendas) se mostrou plenamente viável e coerente para medir o nível de superprodução da manufatura enxuta na indústria de calçados com produção para pedido;
- A exploração das causas da perda por super produção possui forte dependência da implementação das demais perdas da manufatura enxuta ao *data warehouse* (DW) e integração ao sistema de indicadores;

- Com a implementação das demais perdas no modelo OLAP, é possível explorar melhor as causas de superprodução;
- O parâmetro Qtde de operadores alimentado com base histórica pode ser utilizado para rastrear possíveis causas da superprodução.

6 CONCLUSÃO

Para melhor entendimento, este capítulo é organizado em três seções. A primeira seção avalia os objetivos desta dissertação: como foram desenvolvidos e quais foram alcançados. Na segunda seção são apresentadas as contribuições do trabalho para beneficiar empresas que utilizem ME e, por fim, são indicadas algumas lacunas para pesquisas futuras.

6.1 Avaliação dos objetivos

O objetivo geral apresentado no início deste trabalho visava a desenvolver uma proposta de gerenciamento e análise de indicadores de desempenho da manufatura enxuta (ME) presentes na produção de calçados, como uma alternativa para a melhor tomada de decisão.

Conclui-se que o objetivo geral assim como os objetivos específicos foi alcançado conforme propostos.

A evidência do objetivo geral alcançado é o cubo superprodução desenvolvido, carregado com dados reais, explorado com ferramenta de *Business Intelligence* (BI) e indicadores da manufatura enxuta.

Os objetivos específicos foram atingidos gradativamente e completamente:

- Embora o cubo tenha sido desenvolvido para medir a perda por superprodução, antes de se optar por essa perda, foi necessário levantar e explorar todos os requisitos de indicadores e dimensões de análise associados aos sete grupos de perda da manufatura enxuta. Para esse objetivo específico foi feita uma revisão nos assuntos de manufatura enxuta, indicadores da manufatura enxuta e definição de requisitos de negócio para *data warehouse*;
- A estrutura de banco de dados foi modelada para suportar as demandas por informações para análises dos indicadores e dimensões. Para esse objetivo específico foi feita uma revisão em projetos de banco de dados em *data warehouse*;
- A coleta de dados foi desenvolvida de forma estruturada e automatizada. O processo de carga foi integrado ao ERP da empresa Teste, mas o modelo também ficou preparado para permitir carga de outras origens, como planilha eletrônica. Para se desenvolver a coleta de dados foi feita uma revisão aprofundada de *extract transformation load* (ETL) voltado para projetos de *data warehouse*;

- O cubo apresentado é a evidência do desenvolvimento da aplicação de *Business Intelligence* (BI) utilizando as dimensões e indicadores levantados e modelados no banco de dados;
- A exploração do cubo através dos gráficos e dados apresentados comprovam a viabilidade de aplicação dos conceitos propostos em um ambiente real.

É importante colocar que a aplicação desenvolvida é a soma das partes que em conjunto e integradas formam o sistema como um todo. Não existe o cubo sem a coleta de dados e ou sem as medidas, assim como não é possível coletar dados sem uma origem. Portanto os objetivos específicos não foram passos que ficaram para trás; eles continuam presentes no produto final.

6.2 Contribuições

O desenvolvimento deste trabalho gerou contribuições relevantes que são resumidas a seguir:

- Confirmação da plena viabilidade da utilização dos conceitos de *Business Intelligence* (BI) / *Data Warehouse* para o desenvolvimento e gerenciamento de indicadores da manufatura enxuta;
- Desenvolvimento de coleta de dados através do conceito *extract transformation load* (ETL) para contribuir com sistemas de medição de desempenho;
- Utilização dos conceitos de *data warehouse* (DW) por empresas de menor porte;
- Possibilidades de avaliação das sete perdas da manufatura enxuta em empresas com outros modelos de produção;
- Aproximação dos conceitos de *data warehouse* (DW) com a área de engenharia de produção;
- Disponibilização de ferramenta de suporte à decisão para a Indústria de calçados.

6.3 Indicação para Trabalhos Futuros

Com o desenvolvimento deste trabalho abriram-se perspectivas para novas pesquisas para as quais se apresentam indicações para trabalhos futuros:

- Desenvolvimento das demais seis perdas da manufatura enxuta e inclusão dos novos cubos em um sistema integrado de medição e exploração das causas;
- Exploração da utilização dos conceitos de coleta de dados *extract transformation load* (ETL) na aplicação de sistemas de medição de desempenho;
- Teste do cubo superprodução com dados históricos de Valor Custo Hora e Qtde de Operadores;
- Avaliação dos indicadores de perdas da manufatura enxuta (ME) com o cubo proposto em outros modelos de produção.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICALÇADOS – Associação Brasileira das Indústrias de Calçados. **Resenha Estatística**, 2007. Disponível em: <http://www.abicalcados.com.br/index.html> Acesso em: 28/01/2008.

ALVES, R. **Filosofia da ciência introdução ao jogo e suas regras**. 21. ed. São Paulo: Editora Brasiliense. 1995. 209p.

ANDERSON, P. *Texto para Discussão 791: Barreiras não-tarifárias às exportações brasileiras no Mercosul: O Caso de Calçados*, IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2001. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_2001/td0791.pdf Acesso em: 31/03/2007.

ATTADIA, L. e MARTINS, R.A. **Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua**. *Prod.* [online]. V. 13, n. 2, pp. 33-41, ISSN 0103-6513. doi: 10.1590/S0103-65132003000200004. São Paulo: Revista Produção, 2003.

BISPO, C. A. F. **Uma análise da nova geração de sistemas de apoio à decisão**. São Carlos: Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia, Dissertação de Mestrado, 1998.

BRANDÃO, Q.E. **Por que BI deveria significar *business information* e não *business intelligence***. Disponível em: http://imasters.uol.com.br/artigo/7462/por_que_bi_deveria_significar_business_information_e_nao_business_intelligence, p. 1, 2007. Acesso em: 12/02/2008.

BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. London: Unwin Hyman, 1989.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1995. p. 23-135

CHEROBINO, V. Desaparecem empresas específicas de *business intelligence*. **Revista COMPUTERWORLD**, p. 10, 28/11/2007. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br/mercado/2007/12/12/idgnoticia.2007-12-10.9891268291/>>. Acesso em: 10/03/2008.

CRESWELL, J. W. *Research design: qualitative & quantitative approaches*. London: Sage, 1994.

DAVIS, S.M. **Future perfect**. Mass.: Addison Wesley, 1987.

DE TONI, A.; TONCHIA, S. Lean organization: management by process and performance measurement. **International Journal of Operations & Production Management**, Italy: University of Udine, Department of Electrical, Managerial and Mechanical Engineering (DIEGM), Vol. 16, no. 2, p. 221-236, 1996.

DENNIS, S. et al. Applications of business process simulation and lean techniques in British telecommunications PLC. **Winter Simulation Conference Proceedings**, Suffolk, U.K, v. 2, p. 2015-2021, 2000.

DIAS, F.T.; FERNANDES, F.C.F; GODINHO FILHO, M. Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implantação da manufatura enxuta: proposta e estudo de caso. **Revista Industrial**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Ponta Grossa - PR, ISSN 1808-0448 / v. 04, n. 02. p. 104-122, 2008.

DIEDRICH, H. **Utilização de conceitos do sistema toyota de produção na melhoria de um processo de fabricação de calçados**. 2002. 146 p. Dissertação de Mestrado Profissional - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FELBER, E. J. W. **Proposta de uma ferramenta OLAP em um data mart comercial:**

Uma Aplicação Prática na Indústria Calçadista. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo - RS. Novembro de 2005. 60 p. Trabalho de conclusão do curso de Ciência da Computação.

FERNANDEZ, D. **Otimizando processos com o BI operacional**. 2006. Disponível em: <<http://www.decisionreport.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=675&sid=15&tpl=printerview>> Acesso em: 11/08/2007.

FORTULAN, M. R.; GONÇALVES FILHO, E. V. **A proposal for applying business intelligence on the shop floor**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2005000100006&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 10/12/2008

FORTULAN, M. R. **O Uso de business intelligence para gerar indicadores de desempenho no chão-de-fábrica**: uma proposta de aplicação em uma empresa de manufatura. 2006. 176p. - Escola de Engenharia – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations and Production Management**. U.K, Vol. 22. No 2. pp.152-194 , 2002.

FRANCO-SANTOS, M. et al. Towards a definition of a business performance measurement system. **International Journal of Operations and Production Management**. UK, Vol 27, No. 8, pp. 784-801, 2007

FUSCO, C. Oracle e IDS Scheer anunciam parceria para gestão de processos de negócios. **Revista IDG NOW**. São Paulo, Publicado em 26/12/2006. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/computacao_corporativa/2006/12/05/idgnoticia.2006-12-05.7880042290/>. Acesso em: 05/4/2008.

GALLAS, S.. **Kimball Vs. Inmon**, 1999. Disponível em: http://www.dmreview.com/article_sub.cfm?articleID=1400>. Acesso em: 06/02/2007.

GARCIA, R. et al. Esforços inovativos de empresas no Brasil: uma análise das indústrias têxtil-vestuário, calçados, móveis e cerâmica. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 60-70, abr./jun. de 2005.

GIANNINI, R. **Aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços**. 2007. 122p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados**. p. 233, Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – DEP, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

GOLDMAN, S.L. et al. **An industrial Led View: 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy**. Bethlehem, PA: Iacocca Institute, 1991. Vols. 1 & 2.

GRACIA, E. **Adaptação, avaliação e implantação de uma proposta de manufatura responsiva para a indústria de calçados: pesquisa-ação**. 2005. p.116. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Departamento de Produção, UFSCar, São Carlos, 2006.

HERZOG, A. L. O escritório enxuto: lembra do modelo de produção enxuta da Toyota? Funcionou nas fábricas. Agora, as empresas tentam levá-lo para a administração. **Revista Exame**: Editora Abril, São Paulo, abril de 2003, p. 60-64, 2003.

INMON, W.H. **Building the data warehouse**. 3. ed. New York: Wiley, 2002. p. 356.

JUNQUEIRA, R. P. **Utilização de conceitos de células de manufatura no setor de**

pesponto (costura) em empresas de calçados. 2006. p. 150. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - EESC/USP, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

KACUTA, L. Y. **Integração de modelo do negócio com especificação de software:** uma proposta para alinhar sistemas à estratégia do negócio. Defesa em 23/02/2006. p.100. Dissertação de Mestrado Profissional em Ciência da Computação – IMECC/UNICAMP, Campinas, 2006.

KIMBALL, R. **Divide and conquer:** build your data warehouse one piece at a time, New York: Enterprise Magazine, 2002a. Disponível em: <http://www.intelligententerprise.com//021030/517warehouse1_1.jhtml> Acesso em: 02/11/2007.

KIMBALL, R. **The data warehouse toolkit.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002. 494p.

LACERDA, D. P. et al. Algumas caracterizações dos métodos científicos em engenharia de produção: uma análise de periódicos nacionais e internacionais. In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu. **ENEGEP 2007,** 2007. p. 9

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação com internet.** 4º edição, Rio de Janeiro: LTC, 1999. 389 p.

MACHADO, R.F. **Tecnologia e projeto de data warehouse.** São Paulo: Érica, 2004.

MARTINS, R. A.; COSTA NETO, P.L.O. Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização. **Revista Gestão & Produção,** São Carlos: UFSCar – DEP, v.5, n.3, p.298-311, 1998.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção.** São Paulo: IMAM, 1984. p.141

MONTALBANO, E. Microsoft adiciona BPM ao Windows Vista. **Revista IDG Now**. Publicado em 27/02/2007. Disponível na internet em: <http://idgnow.uol.com.br/computacao_corporativa/2007/02/26/idgnoticia.2007-02-26.8579087326/> Acesso em: 05/04/2008.

NAVEGA, S.; **Princípios essenciais do data mining**. Disponível em: <<http://www.intelliwise.com/reports/i2002.htm>>, 2002. Acesso em: 12/9/2007.

NEELY, A. The performance measurement revolution: why now and what next? **International Journal of Operations & Production Management**, Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited, v.19, n.2, p.205-228, 1999.

NUMA - Núcleo de Manufatura Avançada. São Carlos: Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia. Disponível em: <www.numa.org.br/transmeth/ferramentas/ffmapeam.htm> Acesso em: 23/01/2007.

OHNO, Taiichi **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Revisão técnica de Paulo C. D. Motta. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149p.

PENDSE, N. **About the OLAP report**. Disponível em: <<http://www.olapreport.com/about.htm>> Acesso em: 13/9/2007.

RIZZO, M. R. **A indústria de calçados infantis de Birigüi**. 2004. 181p. Dissertação de Mestrado em Economia Social e do Trabalho – Instituto de Economia, UNICAMP - Universidade de Campinas, Campinas-SP, 2004.

SÁNCHEZ, M. A.; PÉREZ, M. P. Lean indicators and manufacturing strategies. **International Journal of Operations & Production Management**. University of Zaragoza, Spain, Vol. 21, n. 11, p. 1433-1451, 2001. Disponível em: <<http://www.emerald-library.com/ft>> Acesso em: 12/12/2008

SANTOS, R. P. C. **Engenharia de processos**: análise do referencial teórico-conceitual, instrumentos, aplicações e casos. 2002. 307p., Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Departamento de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SCHEER, W. A. **Business process modeling**. Nova Iorque: Editora Springer, 1999. 2. Ed. (completely revised/enlarged edition).

SCUCCUGLIA, M.; LIMA C. P. Aplicação da metodologia lean manufacturing na área administrativa. In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO / ABEPRO, 2004, Florianópolis. **ENEGEP**, 03 a 05 de nov de 2004, pp. 3567-3575.

SERRA, L. **A Essência do Business Intelligence**. São Paulo: Editora Berkeley, 2002. 296 p.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles and performance. **Journal of Operations Management**, Columbus, OH, USA: Fisher College of Business, The Ohio State University, p. 1-21, 2002.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 4. Ed. revisada e atualizada, 138p., 2005.

SILVA, F. P. C. da **Contribuição do uso da modelagem de processos de negócios na implementação de ERP de fornecedores nacionais em pequenas e médias empresas**. 2005. 193 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – DEP, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2005.

SILVA, F. P. C. da; PEREIRA, N. A. Modelagem de processos de negócios na implementação de ERPs nacionais em PMEs. **Prod.** São Carlos. Vol 16. N. 2.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132006000200013&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 8/10/2008

SILVA, S. E.; FERNANDES, F.C.F; Análise da aquisição e implantação de sistemas ERP em empresas de médio porte do ramo de calçados. **Revista Produção & Produção**, Porto Alegre, vol. 8, n. 1, p. 03-11, março de 2005.

SKINNER, W. The focused factory. **Harvard Business Review**, May-June/1974.

SOUZA, D. L. R. de. **Arranjo produtivo de calçados do Cariri, Ceará**. 2003. 108 p. Dissertação de Mestrado Profissional em Economia de Empresas – CAEN, UFC, Fortaleza, 2003.

STALK, G.; HOUT, T. **Competing against time**. New York: The Free Press, 1990.

TAKASHINA, N. T.; **Incerteza nos resultados dos indicadores**; KMPress, 2004
Disponível em: <http://www.kmpress.com.br/portal/artigos/preview.asp?id=188> Acesso em: 25/01/2005.

THIOLLENT, M. J.; **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Editora Atlas, 1997, 164 p.

TISSOT, H. C. **Proposta para documentação de requisitos em projetos de data warehouse**. Defesa 12/11/2004. 148f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2004.

TURATI, R de C. **Aplicação do lean office no setor administrativo público**. 2007. 123p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – EESC/USP São Carlos, 2007.

VERNADAT, F.B. **Enterprise Modeling and Integration: principles and applications**.

London: Chapman & Hall, 1996. 513 p.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International journal of operations & production management**, London, UK: Lodon Business School, Vol. 22, No. 2, pp. 195-219, 2002.

WHEELWRIGHT, S.C.: Manufacturing strategy - defining the missing link. **Strategic Management Journal**, vol 5, pp. 77-91, 1984

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YIN, R. K. **Case study research – design and methods**. 2. Ed., London: Sage, 1994. Vol 5, pp. 1-49

Citação através de APUD :

- Fensterseifer (1995) *apud* Junqueira (2006).
- Takashina e Flores (1996) *apud* Martins e Costa Neto (1998)
- Tissot (2004) *apud* WG System (2003)

Artigos eletrônicos visitados e citados:

- BUSINESSOBJECT, <http://www.brazil.businessobjects.com/produtos>. Acesso em: 10/03/2008 .
- IBM / Cognos, <http://www.cognos.com/products/> . Acesso em: 09/03/2008.
- Microsoft, <http://www.microsoft.com/sql/solutions/bi/default.mspx> . Acesso em: 09/03/2008.
- *Microsoft* Brasil, <http://www.microsoft.com/brasil/servidores/bi/bicapabilities/scorecard.aspx> . Acesso em: 08/03/2008.
- *Microstrategy*, <http://www.microstrategy.com.br/>. Acesso em: 10/03/2008.

- Oracle / Hyperion, <http://www.oracle.com/appserver/business-intelligence> .
Acesso em: 09/03/2008.
- SAP / Business Object, <http://www.brazil.businessobjects.com/produtos>. Acesso
em: 09/03/2008.

7 APÊNDICES

7.1 Apêndice A - Proposta enviada para a empresa do estudo de caso

Com o objetivo de desenvolvimento de projeto de pesquisa de dissertação de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, a seguir é apresentada uma proposta objetivando a confiança e conseqüentemente abertura de vossa empresa para a coleta de dados do vosso sistema de informação, assim como informações sobre o funcionamento dos processos que envolvem a área de negócio da pesquisa.

Objetivo da pesquisa

A pesquisa tem como objetivo explorar a prática de análise de indicadores de desempenho baseado nos conceitos de manufatura enxuta / Sistema Toyota de Produção. Com esse embasamento foram desenvolvidos alguns indicadores de desempenho baseado no conceito de perdas por superprodução da manufatura enxuta, e colocados numa aplicação do tipo *business intelligence* para o gerenciamento através de ferramenta apropriada. A conclusão da pesquisa é o resultado da análise desses indicadores, assim como da viabilidade prática de projetos envolvendo conceitos de data warehouse, manufatura enxuta e indústria de calçados.

Motivos que levaram a Empresa Teste ser selecionada

1. Práticas de Manufatura Enxuta: A empresa tem demonstrado interesse nos assuntos relacionados à manufatura enxuta, assim como em alguns processos são adotadas ferramentas deste tipo.
2. Cultura de Sistemas de Informação e Data Warehouse: A empresa possui sistema de informação para planejamento e controle da produção há muitos anos, e já vem desenvolvendo base de dados gerencial ou data warehouse.

3. Conhecimento no Sistema de Origem: O pesquisador já possui o conhecimento necessário para a captura dos dados do sistema de informação utilizado pela empresa e a empresa fornecedora do sistema de informação demonstrou abertura e disponibilidade para eventuais necessidades.
4. Chão de fábrica com *lay-out* celular: A empresa trabalha com *layout* celular, onde é selecionado um determinado mix de produto a ser fabricado e direcionado para uma determinada mini-fábrica onde se encontram todos os recursos necessários para a fabricação, desde o corte até a expedição.

Cronograma das atividades

Para o desenvolvimento da pesquisa será necessário o entendimento e documentação do processo executado pela empresa, depois será executada a carga dos dados dos sistemas de origem e, para concluir, análise dos indicadores e relatório final. Segue abaixo um detalhamento da seqüência de atividades até chegar ao resultado final da pesquisa:

1. Levantamento do processo. O levantamento iniciará com uma visita à empresa, onde através de entrevistas, serão levantadas as informações funcionais da mesma, como produção diária, mix de produtos, estrutura das linhas de produção / mini-fábricas, informações do sistema de informação e etc. O objetivo desta fase é o entendimento da empresa e levantamento das informações necessárias para o desenvolvimento da carga de dados dos sistemas de origem para a base de análise de indicadores.
2. Documentação do processo. As informações levantadas em entrevista serão transcritas para a linguagem de processo de negócio, na prática serão criados os diagramas e desenhos que representam o funcionamento dos processos da empresa. Esta atividade não tem obrigatoriedade de ser executada na empresa.
3. Análise e modelagem da carga dos dados. Nesta etapa será analisada a base de dados do sistema de informação da empresa, e com base na análise será projetada a modelagem da carga dos dados para alimentar os indicadores. Com base na aplicação é possível listar resumidamente as seguintes necessidades
4. Desenvolvimento da carga dos dados. Nesta etapa serão codificados em linguagem de programação os processos de carga modelados na etapa anterior.

5. Carga e validação dos dados. Nesta etapa é executada e validada a carga dos dados desenvolvida na etapa anterior. Ao executar, os dados serão carregados e depois serão validados com relatórios retirados do sistema de origem e comparados com a base gerada.
6. Análise dos Indicadores. Nesta etapa os indicadores serão analisados e com base nessa análise será gerado o relatório final dos dados observados.
7. Apresentação do Relatório Final. Nesta etapa serão apresentados os resultados da análise dos indicadores e uma avaliação da pesquisa como um todo. Essa apresentação será feita em formato de reunião na empresa. Os resultados encontrados nessa reunião, serão a base para a conclusão da dissertação do mestrado.

Informações que serão capturadas do sistema de origem

Conforme a aplicação desenvolvida para análise dos indicadores de superprodução da manufatura enxuta, serão necessárias as seguintes informações para carga dos dados.

- Células Produtivas: Uma lista constando as células/fábricas que serão utilizadas para apontamento da produção diária.
- Lista de Produtos. Uma lista constando os produtos que serão utilizados para apontamento da produção diária.
- Produção Realizada: Apontamento da quantidade produzida por célula (fábrica), produto e período.
- Demanda. Lista constando a demanda de vendas (pedidos) por produto e período.
- Estoque. Lista constando o saldo de estoque por produto e período.
- Capacidade. Quantidade de pares por hora por produto numa determinada célula.

Divulgação da pesquisa e sigilo dos dados da Empresa Teste

As informações como nome, localização geográfica, ramo de atividade, volume de produção e tudo o que for transcrito para a dissertação referindo-se à empresa, serão entregues antes para apreciação e aprovação da empresa.

Benefícios oferecidos para a Empresa Teste

- A empresa será a primeira a conhecer os resultados da pesquisa
- Durante o período da pesquisa, se houver algum colaborador da empresa envolvido, este poderá aproveitar o conhecimento gerado pelos trabalhos e poderá consultar outros assuntos pertinentes que considerar necessário.
- Poderá utilizar a estrutura desenvolvida para outras análises.

São Carlos, 29 de Outubro de 2008.

Assinam esta proposta:

José Roberto Escodeiro
Mestrando
jrescodeiro@hotmail.com

Prof. Dr. Néocles Alves Pereira
Orientador
dnap@power.ufscar.br