

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ - PUC**  
**MESTRADO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CURITIBA**  
**JULHO/2005**

**PAULO ERNESTO SEABRA BUENO ORMEROD**

**UTILIZAÇÃO DE *DATA WAREHOUSE*  
NO PROCESSO DE CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à  
Pontifícia Universidade Católica  
do Paraná, como parte dos  
requisitos para obtenção do título  
de mestre em Engenharia de  
Produção e Sistemas.

**CURITIBA  
JULHO/2005**

Para minha esposa e filhos, com amor,  
amizade e carinho.

## **Agradecimentos**

À Deus pelo dom da vida e a Jesus Cristo pela salvação.

À minha esposa Marta, meus filhos Pedro Paulo e Ana Carolina, pela paciência, compreensão e apoio durante mais este desafio em minha vida.

Aos meus pais, Pedro Ernesto e Cléa (in memorium), pela educação e visão de vida dadas a mim.

Ao meu orientador, Professor Doutor Fábio Favaretto, por acreditar em mim e pela direção na condução de todo o processo de orientação deste trabalho.

Aos meus colegas do Curso de Mestrado de Engenharia de Produção e Sistemas da PUCPR, pela caminhada juntos durante o curso.

Aos meus colegas e amigos da IBB – Igreja Batista do Bacacheri e do HSBC (CAK), pelo apoio e incentivo.

## Resumo

Ormerod, Paulo Ernesto Seabra Bueno; Favaretto, Fábio. **Utilização de *Data Warehouse* no processo de controle da produção**. Curitiba, 2005, 101p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Empresas de manufatura efetuam controles em seus processos produtivos para confrontar o planejamento com a produção realizada. Estes controles podem apresentar-se de maneira formal ou não. Este controle de produção pode ser exercido tanto através de simples planilhas eletrônicas, quanto através de sofisticados Sistemas de Informação (SI). Estes SI ou simples planilhas ajudam as empresas em suas necessidades operacionais, porém não possuem ferramentas ágeis e simples que possam auxiliar os decisores nos processos de controle da produção e outros processos que utilizem suas informações. A utilização de Data Warehouse (DW) com as bases de dados existentes, fornecidos e alimentados por estes SI (ou simples planilhas) podem suprir a necessidade destes decisores no processo de controle da produção. Nesta dissertação é proposto a criação de uma ferramenta para auxiliar os decisores de controle de produção, demonstrando todas as etapas de forma detalhada. Esta ferramenta será demonstrada através da criação de três cenários evolutivos para o controle da produção.

## Palavras-Chave

Controle da produção; data warehouse; sistemas de informação.

## **Abstract**

Ormerod, Paulo Ernesto Seabra Bueno; Favaretto, Fábio. **Using Data Warehouse to control productive process**. Curitiba, 2005, 101p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Manufacturing enterprises needs to control productive process in order to compare plans with real production. This control can be formalized or not, using information systems or spreadsheets. It helps enterprises in their operational needs but do not have tolls to help strategic decision making. Using Data Warehouse can supply this gap. In this work is proposed a detailed tool that helps decision making in production control. This tool will be presented using tree growing scenarios.

### *Key-words*

control productive; data warehouse; information systems.

## SUMÁRIO

Resumo .....	iv
Abstract .....	v
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas .....	xii
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	xiii
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização .....	1
1.2 Motivação e Caracterização do Problema .....	3
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Objetivo Geral .....	6
1.3.2 Objetivos Específicos .....	6
1.4 Metodologia de Pesquisa Adotada .....	6
1.5 Contribuição .....	10
1.6 Escopo/Limitações .....	11
1.7 Organização .....	11
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 Data Warehouse .....	12
2.1.1 Conceitos de Data Warehouse .....	12
2.1.2 Processo de Criação do DW .....	16
2.1.3 Utilização de Data Warehouse .....	22
2.1.4 DW Comerciais .....	24

2.2 Processo de Decisão -----	25
2.2.1 Decisão -----	25
2.2.2 Sistemas de informação de apoio à decisão -----	27
2.2.3 Estratégias organizacionais -----	29
2.3 Controle da Produção -----	30
<b>CAPÍTULO 3 – PLANEJAMENTO DO EXPERIMENTO -----</b>	<b>37</b>
3.1 Modelo de Dados Utilizados -----	37
3.1.1 Modelo Entidade-Relacionamento -----	37
3.1.2 Modelo Dimensional (MD)-----	38
3.2 Metodologia adotada para o desenvolvimento do DW -----	39
3.3 Descrição do experimento -----	41
<b>CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DO DW -----</b>	<b>44</b>
4.1 Cenário Básico -----	44
4.1.1 Descrição do Cenário Básico -----	44
4.1.2 Etapa 1 – Modelar o DW-----	45
4.1.3 Etapa 2 – Efetuar o ILT -----	49
4.1.4 Etapa 3 – Carregar o DW-----	54
4.1.5 Etapa 4 – Criar as pesquisas OLAP -----	55
4.2 Cenário Básico -----	58
4.2.1 Descrição do Cenário Expandido -----	58
4.2.2 Etapa 1 – Modelar o DW-----	59
4.2.3 Etapa 2 – Efetuar o ILT -----	63
4.2.4 Etapa 3 – Carregar o DW-----	66
4.2.5 Etapa 4 – Criar as pesquisas OLAP -----	66

4.3 Cenário Integrado	72
4.3.1 Descrição do Cenário Básico	72
4.3.2 Etapa 1 – Modelar o DW	73
4.3.3 Etapa 2 – Efetuar o ILT	80
4.3.4 Etapa 3 – Carregar o DW	87
4.3.5 Etapa 4 – Criar as pesquisas OLAP	88
<b>CAPÍTULO 5 – RESULTADOS</b>	<b>92</b>
5.1 Considerações Gerais	92
5.2 Resultados Obtidos	93
5.2.1 Cenário Básico	93
5.2.2 Cenário Expandido	93
5.2.3 Cenário Integrado	94
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO</b>	<b>95</b>
6.1 Quanto ao Problema e Hipóteses	95
6.2 Quanto aos Objetivos	95
6.3 Trabalhos Futuros	97
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>98</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Procedimentos para o desenvolvimento da pesquisa -----	10
Figura 2 – Integração dos dados -----	13
Figura 3 – Diferenças entre os ciclos de vida de um sistema operacional e DW -----	17
Figura 4 – Pirâmide organizacional -----	30
Figura 5 – Analogia ilustrativa de controle de entrada e saída para fluxos -----	32
Figura 6 – Modelo Entidade-Relacionamento do Cenário Básico -----	45
Figura 7 – Modelo Dimensional utilizado para o desenvolvimento da aplicação (Cenário Básico) -----	48
Figura 8 – Tabela de Ordem de Produção -----	50
Figura 9 – Tabela de Operadores -----	51
Figura 10 – Tabela de Produtos -----	51
Figura 11 – Tabela de Registro de Controle – Histórico -----	52
Figura 12 – Tabela Registro de Controle – Próximo Dia -----	52
Figura 13 – Base de dados do MS Access, com as tabelas inseridas (Cenário Básico) -----	53
Figura 14 – Relacionamento entre as tabelas no MS Access (Cenário Básico)-----	54
Figura 15 – Consulta OLAP – Análise das medidas Quantidade Planejada, Produzida e Refugada, pelo atributo data da dimensão Tempo -----	55
Figura 16 – Consulta OLAP – Análise das medidas Quantidade Produzida e Refugada, pelo atributo nome operador da dimensão Operador e pelo atributo data da dimensão Tempo -----	56
Figura 17 – Consulta OLAP – Análise das medidas Quantidade Produzida e Refugada, pelo atributo nome operador da dimensão Operador, pelo atributo data da dimensão Tempo e pelo atributo componente da dimensão Produto -----	57
Figura 18 – Modelo Entidade-Relacionamento apresentado no desenvolvimento da aplicação, para o Cenário Expandido -----	59

Figura 19 – Modelo Dimensional utilizado para o desenvolvimento da aplicação (Cenário Expandido) -----	61
Figura 20 – Tabela de Famílias -----	64
Figura 21 – Tabela de Equipamentos -----	64
Figura 22 – Base de dados do MS Access, com as tabelas inseridas (Cenário Expandido) -----	65
Figura 23 – Relacionamento entre as tabelas no MS Access (Cenário Expandido)----	66
Figura 24 – Consulta OLAP – Análise das medidas Quantidade Produzida e Refugada, pelo atributo nome operador da dimensão Operador e pelo atributo linha da dimensão Equipamento -----	67
Figura 25 – Consulta OLAP – Análise das medidas Quantidade Produzida, pelos atributos linha, departamento e planta da dimensão Equipamento -----	68
Figura 26 – Consulta OLAP – Análise da medida Quantidade Produzida, pelos atributos departamento e planta da dimensão Equipamento -----	69
Figura 27 – Consulta OLAP – Análise da medida Duração, pelo atributo código operador da dimensão Operador e pelo atributo família da dimensão Produto -----	70
Figura 28 – Gráfico da Consulta OLAP – Análise da medida Duração, pelo atributo código operador da dimensão Operador e pelo atributo família da dimensão Produto -----	71
Figura 29 – Modelo Entidade-Relacionamento apresentado no desenvolvimento da aplicação, para o Cenário Integrado -----	74
Figura 30 – Modelo Dimensional utilizado para o desenvolvimento da aplicação (Cenário Integrado) -----	78
Figura 31 – Tabela de Custos -----	81
Figura 32 – Tabela de Preços de Venda -----	82
Figura 33 – Tabela de Clientes -----	82
Figura 34 – Tabela de Vendedores -----	83
Figura 35 – Tabela de OP. X Clientes -----	83
Figura 36 – Tabela de OP. X Vendedores -----	84
Figura 37 – Tabela de Datas -----	85

Figura 38 – Tabela de Lucro .....	85
Figura 39 – Base de dados do MS Access, com as tabelas inseridas (Cenário Integrado) .....	86
Figura 40 – Relacionamento entre as tabelas no MS Access (Cenário Integrado) ----	87
Figura 41 – Consulta OLAP – Análise da medida Lucro, pelo atributo filial da dimensão Vendedor e pelo mês da dimensão Tempo .....	88
Figura 42 – Gráfico da Consulta OLAP – Análise da medida Lucro, pelo atributo filial da dimensão Vendedor e pelo atributo mês da dimensão Tempo .....	89
Figura 43 – Consulta OLAP – Análise da medida Lucro, pelo atributo mês da dimensão Tempo e pelo atributo filial da dimensão Vendedor .....	90
Figura 44 – Gráfico da Consulta OLAP – Análise da medida Lucro, pelo atributo mês da dimensão Tempo e pelo atributo filial da dimensão Vendedor .....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fases para o desenvolvimento de uma pesquisa ex-post-facto -----	8
Tabela 2 – Diferenças entre Dados Primitivos e Dados Derivados -----	16
Tabela 3 – Comparação entre as abordagens de implementação do DW -----	19
Tabela 4 – Tarefas das atividades ILT e os conteúdos dos metadados -----	21
Tabela 5 – Algumas características das ferramentas OLAP e DW -----	23
Tabela 6 – Principais operações OLAP-----	23
Tabela 7 – Principais características de SIG, SAD e SIE -----	28
Tabela 8 – Descrição dos atributos da entidade Ordem de Produção -----	46
Tabela 9 – Descrição dos atributos da entidade Operadores -----	46
Tabela 10 – Descrição dos atributos da entidade Registro de Controle -----	46
Tabela 11 – Descrição dos atributos da entidade Produto -----	47
Tabela 12 – Descrição dos atributos da entidade Famílias -----	60
Tabela 13 – Descrição dos atributos da entidade Equipamentos -----	60
Tabela 14 – Descrição dos atributos da entidade Custos -----	75
Tabela 15 – Descrição dos atributos da entidade Preço de Vendas -----	75
Tabela 16 – Descrição dos atributos da entidade Clientes -----	75
Tabela 17 – Descrição dos atributos da entidade Vendedor -----	75
Tabela 18 – Descrição dos atributos da entidade OP. X Clientes -----	76
Tabela 19 – Descrição dos atributos da entidade OP. X Vendedores -----	76
Tabela 20 – Descrição dos atributos da entidade Datas -----	76

## *LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS*

BD	–	Banco de Dados
BI	–	Business Intelligence
BNDES	–	Banco Nacional de Desenvolvimento Social
DW	–	Data Warehouse
DSS	–	Decision Support Systems
EIS	–	Executive Information Systems
ERP	–	Enterprise Resources Planning
ILT	–	Identificar, Localizar e Tratar
MD	–	Modelo Dimensional
ME-R	–	Modelo Entidade-Relacional
MIS	–	Management Information Systems
MR	–	Modelo Relacional
OLAP	–	Online Analytical Processing
OLTP	–	Online Transaction Processing
SAD	–	Sistemas de Apoio à Decisão
SEBRAE	–	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SDLC	–	Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistema
SI	–	Sistemas de Informação
SIE	–	Sistemas de Informações Executivas
SIG	–	Sistemas de Informações Gerenciais
SFC	–	Shop Floor Control
TI	–	Tecnologia de Informação

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contextualização**

A evolução da utilização de dados em Sistemas de Informações, nos mostra que nos anos 70, os dados eram utilizados de forma adequada nos processos de desenvolvimento de sistemas, onde o empirismo metodológico dos programadores de computador definiam as formas de utilização destes dados nos sistemas de informação por estes desenvolvidos.

Nos anos 80, com os novos movimentos metodológicos, que tentavam quebrar o empirismo residente na época, os dados atingiram um lugar de destaque no processamento dos sistemas. Foi a época do surgimento da Administração de Dados, da Modelagem de Dados, da Engenharia da Informação e da Análise de Dados.

Surge então, nos anos 90, a Internet, onde os dados atingiram seu maior nível de reconhecimento, como sendo um objeto de uso de todos, pois com este avanço tecnológico pôde-se unir a informação e comunicação, difundindo o conhecimento para todos que possuíam o trio micro-modem-telefone. Onde, através da integração destes três elementos, podia-se usufruir de todos os benefícios que esta nova tecnologia oferecia.

Finalmente, nos anos 2000, surge o conceito de que a Informação torna-se o bem mais precioso a ser utilizado. Agora, chegamos à era da fidelização, da customização, da sedução do cliente e da inteligência ligada aos negócios. Para tal os grandes bancos de dados corporativos começaram a produzir variantes, com os Depósitos de Dados (Data Warehouse), exatamente com a finalidade de entregar aos tomadores de decisão, a informação na forma mais precisa possível. (BARBIERI, 2001)

A partir disto, pode-se afirmar que a tomada de decisão é um fator importante para a competitividade e sobrevivência de uma empresa. Segundo Gomes, Gomes e Almeida (2002), a decisão é um processo de escolha entre alternativas. Todos os processos de uma empresa envolvem decisões. O processo de gestão de uma organização necessita de informações de diversos setores, como a produção, finanças, vendas, controle de qualidade, faturamento e outros.

Tradicionalmente, cada setor é proprietário de suas informações, que ficam restritas ao seu ambiente, o que dificulta o acesso de outros setores a estas informações (FAVARETTO, 2001). Isso faz com que as decisões sejam tomadas com base em uma visão limitada da situação, devido à limitação no acesso às informações.

Os gestores de empresas precisam armazenar os fatos e experiências pelas quais eles passaram, para que no futuro eles possam usar estas informações de forma mais direta, ou seja, através do acesso a um banco de dados, por exemplo, para recuperar os problemas similares, os fatos que os levaram a este problema e qual foi o processo de solução deste problema. Isto faz com que estes gestores utilizem a intuição baseada na experiência (SAUTER, 1999).

A partir daí, pode-se notar que os Sistemas de Apoio a Decisão (*Decision Support System* - DSS), não devem ser apenas sistemas computacionais para prover as informações necessárias aos tomadores de decisão. Os DSS devem ser capazes de apresentar resultados de forma inteligível – apresentar apenas números não é o suficiente, os dados tem que ser apresentados de forma a auxiliarem eficientemente aos tomadores de decisão (SAUTER, 1999).

Segundo Bhargava, Sridhar e Herrick (1999), os DSS's são softwares que auxiliam os usuários a aplicarem métodos analíticos e científicos para a tomada de decisão. Os DSS's podem executar, interpretar, visualizar e analisar interativamente esses modelos sobre múltiplos cenários.

Por isso, pode-se dizer que gerenciar recursos de tecnologia de uma empresa inclui processar e armazenar os dados de forma adequada para que os usuários possam dispor destas informações a qualquer tempo e em qualquer lugar (MARTIN, 2001).

Neste sentido, segundo Porter *et al.* (1999), para que uma empresa encontre uma boa solução para o controle de sua produção, é necessário que seus principais processos de negócios sejam compreendidos.

Segundo Tubino (2000), em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las. O Controle da Produção vem administrar todos os recursos envolvidos no processo de produção. E

com base nesses planos, direciona as ações dos recursos humanos sobre os físicos para que se possa alcançar o resultado final, que é a produção de um bem.

Alguns DSS podem utilizar-se de um ambiente de Data Warehouse (DW), como pode ser observado na afirmação de Inmon, Terderman e Imhoff (2001), que dizem que o ambiente criado pela utilização da tecnologia de DW permite que as empresas integrem dados de diversos sistemas e módulos distintos e criem oportunidades de negócio a partir de sua utilização. A partir disso, pode-se verificar que os decisores das empresas, de um modo geral, ao utilizarem um DW em seus processos de controle da produção, podem alcançar resultados com uma maior facilidade, pois esta tecnologia possui interface amigável, pelo fato dos próprios usuários poderem configurar pesquisas específicas.

## **1.2 Motivação e Caracterização do Problema**

Os Sistemas de Informação (SI) são conjuntos de procedimentos que visam captar o que acontece nas organizações na forma de dados. Estes dados geram informações úteis para a gerência, os quais são apresentadas em forma de relatórios (BIO, 1985).

Segundo Bio (1985), os SI são classificados em dois grupos principais:

- Sistemas de apoio às operações, ou sistemas transacionais, que são tipicamente sistemas processadores de transações, ou seja, são redes de procedimentos rotineiros que servem para processamento de transações recorrentes.
- Sistemas de apoio à gestão, que não são orientados para o processamento de transações rotineiras, mas existem especificamente para auxiliar processos decisórios.

Normalmente as decisões não seguem métodos formais, e conforme cita Sauter (1999) “os SI disponíveis, como os sistemas transacionais, não suportam plenamente a decisão”.

Come (2001), afirma que o desenvolvimento da TI tem permitido que empresas manipulem um grande volume de dados ao mesmo tempo, o que facilita a

integração entre o mercado produtor e o consumidor. O problema é que esses dados, geralmente, encontram-se espalhados por diversos sistemas e exigem um grande esforço na tentativa de integrá-los para que possam ter alguma utilidade. Além disso, a simples integração não é suficiente, pois após a coleta, os dados devem ser analisados para determinar sua significância. Quanto mais dados se tornam disponíveis, mais complexo se torna o processo de localizar e extrair informações realmente importantes. Singh (1997) diz que as empresas normalmente são sofrem de falta de dados, mas de uma abundância e redundância de dados inconsistentes.

Um outro problema é que a maioria dos sistemas comerciais implantados não possui uma interface amigável para os responsáveis por suas empresas, seja ela no próprio computador (on-line) ou nos relatórios. Normalmente o que se encontra são sistemas que dependem de especialistas em informática para qualquer simples alteração. Por isso acaba sendo necessária a utilização de vários profissionais para que as informações cheguem nas mãos dos gerentes, tornando este processo custoso e demorado. O Data Warehouse (DW) é uma tecnologia que pode auxiliar aos próprios usuários a configurar sistemas e relatórios, para atender às suas necessidades, sem intervenção de pessoal especializado. Singh (1997) afirma que poucas pessoas de negócios querem tornar-se especialistas em informática para poder usar os sistemas de informações. Por isso eles precisam de ferramentas que associem termos comuns de negócios com as definições de dados. Hasan e Hyland (2001) comentam que os gerentes raramente lêem com entusiasmo os relatórios típicos de gerenciamento de informações tradicionais. Eles preferem utilizar um sistema interativo e fácil de usar, que possibilite buscar informações específicas e que, também, possibilite navegar e obter um senso geral do que está acontecendo na empresa como um todo.

A importância de controlar e acompanhar resultados possibilita à empresa agilidade na tomada de decisões.

Portanto, uma abordagem incluindo a utilização de dados dos sistemas produtivos, integração e combinação de dados de vários sistemas de informações e, principalmente, histórico de informações de qualidade, pode trazer um benefício para a gestão da melhoria da qualidade, pois garante aos tomadores de decisão dentro das

empresas informações rápidas e abrangentes que o auxiliarão a decidir com base em dados bem trabalhados.

Na *Gestão da Produção*, os responsáveis pela produção também têm que tomar decisões todo o tempo sobre as atividades da produção, que vão desde a compra da matéria prima até a expedição. Entre os diversos processos da Gestão da Produção, o de *Planejamento e Controle da Produção* é responsável por todos os níveis de planejamento da produção, desde as estratégias de longo prazo até a seqüência de atividades de um equipamento de produção.

Dentro da gestão da produção, pode-se notar que existem inúmeros dados que são gerados ao longo de todo o processo produtivo e que, se estes dados não forem tratados de maneira a gerar informações verdadeiras e confiáveis, os tomadores de decisão poderão direcionar suas decisões de forma que não atenda as reais necessidades da produção.

Sendo assim, definiu-se como sendo a motivação principal para o desenvolvimento deste trabalho o fato de que o tomador de decisão normalmente não possui todas as informações necessárias para tomar decisões.

Baseado nas referências bibliográficas citadas anteriormente e também na experiência do autor, pode-se caracterizar as seguintes situações problemáticas:

- Existem no mercado, diversos sistemas de informações transacionais para gerenciamento de atividades nas grandes empresas;
- Não existe uma integração entre os sistemas existentes nas empresas; e
- O controle da produção necessita de grande volume de dados e análises históricas.

A partir disto, definiu-se o problema e suas hipóteses relacionadas, como sendo:

**PROBLEMA: “Como oferecer ao decisor de controle da produção as informações necessárias à gestão deste processo?”**

Segundo Cervo e Bervian (2002), hipótese é “a suposição de uma causa ou de uma lei destinada a explicar provisoriamente um fenômeno até que os fatos a venham contradizer ou afirmar”.

Na prática, as hipóteses têm como função orientar o pesquisador, dirigindo-o na direção da causa provável que se procura. Porém, na teoria, as hipóteses têm como função coordenar e completar os resultados já obtidos, agrupando-os em um conjunto completo de fatos, a fim de facilitar a sua inteligibilidade e estudo (CERVO e BERVIAN, 2002).

Sendo assim, apresenta-se a seguinte hipótese:

- A utilização de um DW como ferramenta analítica contribui para a criação e utilização de uma ferramenta para auxílio nos processos de controle de produção.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Apresentar uma forma de fornecer ao decisor as informações de controle da produção que ele precisa na forma e tempo adequados para suportar a decisão necessária a ser tomada por ele.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Descrever a criação de 3 (três) cenários evolutivos para utilização de DW no controle de produção.
- Definir as etapas do desenvolvimento para uma aplicação de DW em gestão da produção.

### **1.4 Metodologia de Pesquisa Adotada**

Para Cervo e Bervian (1996), método científico é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado ou um resultado desejado. Ele quer descobrir a realidade dos fatos e esses, ao serem descobertos, devem, por sua vez, guiar o uso do método.

Segundo Gil (1996), a pesquisa é “desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos”.

Utiliza-se a palavra **método** para definir o traçado das etapas fundamentais da pesquisa, enquanto que pode ser utilizada a palavra **técnica** para definir os diversos procedimentos ou utilização de diversos recursos peculiares a cada objeto de pesquisa, dentro das diversas etapas do método (RUIZ, 1996).

De acordo com Thiollent (2002) a metodologia pode ser vista como “conhecimento geral e habilidade que são necessários ao pesquisador para orientar-se no processo de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados”.

Para Villares e Nakano (1998) a pesquisa pode ser classificada com sendo uma pesquisa quantitativa (empírica, ou método científica tradicional), com propósito de previsão e baseada em dados históricos existentes.

Conforme Gil (1996), as pesquisas podem ser classificadas, quanto ao seu objetivo, como uma pesquisa explicativa, onde se têm com preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

Segundo Gil (2002), uma pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Já na pesquisa *ex-post-facto*, tem-se um experimento que se realiza depois dos fatos. Não se trata exatamente de um experimento, pois o observador não tem controle sobre as variáveis (GIL, 2002).

O planejamento deste tipo de pesquisa procura aproximar-se ao máximo do planejamento da pesquisa experimental. Contudo, a manipulação de variáveis

independentes não é possível nesse tipo de pesquisa. As fases para essa realização são descritas no Tabela 1 (GIL,2002).

Tabela 1 – Fases para o desenvolvimento de uma pesquisa *ex-post-facto*.

<b>FASE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
1	Formulação do problema
2	Construção das hipóteses
3	Operacionalização das variáveis
4	Localização dos grupos para investigação
5	Determinação dos sujeitos
6	Determinação do ambiente
7	Coleta de dados
8	Análise e interpretação dos dados
9	Redação do trabalho

Fonte: Adaptado de Gil (2002).

Com base na revisão bibliográfica citada acima, pode-se definir que a pesquisa a ser realizada neste trabalho será classificada com sendo:

- Quantitativa quanto a sua forma de abordagem, pois trata-se de uma pesquisa com um propósito de previsão e é baseada em dados históricos existentes.

- Explicativa quanto aos seus objetivos, pois a pesquisa será desenvolvida a partir da identificação dos fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

- Ex-post-facto quanto ao método de procedimentos técnicos, por se tratar de um experimento que se realiza depois dos fatos, no primeiro momento e um experimento, propriamente dito, nos momentos seguintes, no decorrer do desenvolvimento do experimento.

Seguindo a definição das fases para o desenvolvimento da pesquisa, apresentados no Tabela 1, pode-se descrever cada um deles de acordo com o que será executado no desenvolvimento desta pesquisa:

Primeiramente foi definido a formulação do problema. Em seguida, já tendo iniciado a revisão bibliográfica, construíram-se as hipóteses.

Na fase de operacionalização das variáveis, será desenvolvido o planejamento de como a pesquisa será executada. Sendo assim, definiu-se que todo o processo de desenvolvimento do experimento será executado por 3 (três) vezes, onde a cada execução, estará sendo agregado um grau maior de dificuldade para que se possa validar o que estará sendo demonstrando na pesquisa.

Serão agrupadas as fases 4, 5 e 6, descritas na Tabela 1, para que se possa desenvolver o experimento. Para o desenvolvimento destas fases, será utilizado o processo de desenvolvimento de um DW para criação de um ambiente simulado para a representação do experimento.

Na fase seguinte, a fase de coleta de dados, estarão sendo extraídos os dados e informações que auxiliarão no processo de análise e interpretação dos dados obtidos na pesquisa, para que se possa chegar a uma conclusão sobre o trabalho desenvolvido.

Na Figura 1, é apresentado uma ilustração que demonstra os procedimentos para o desenvolvimento da pesquisa.

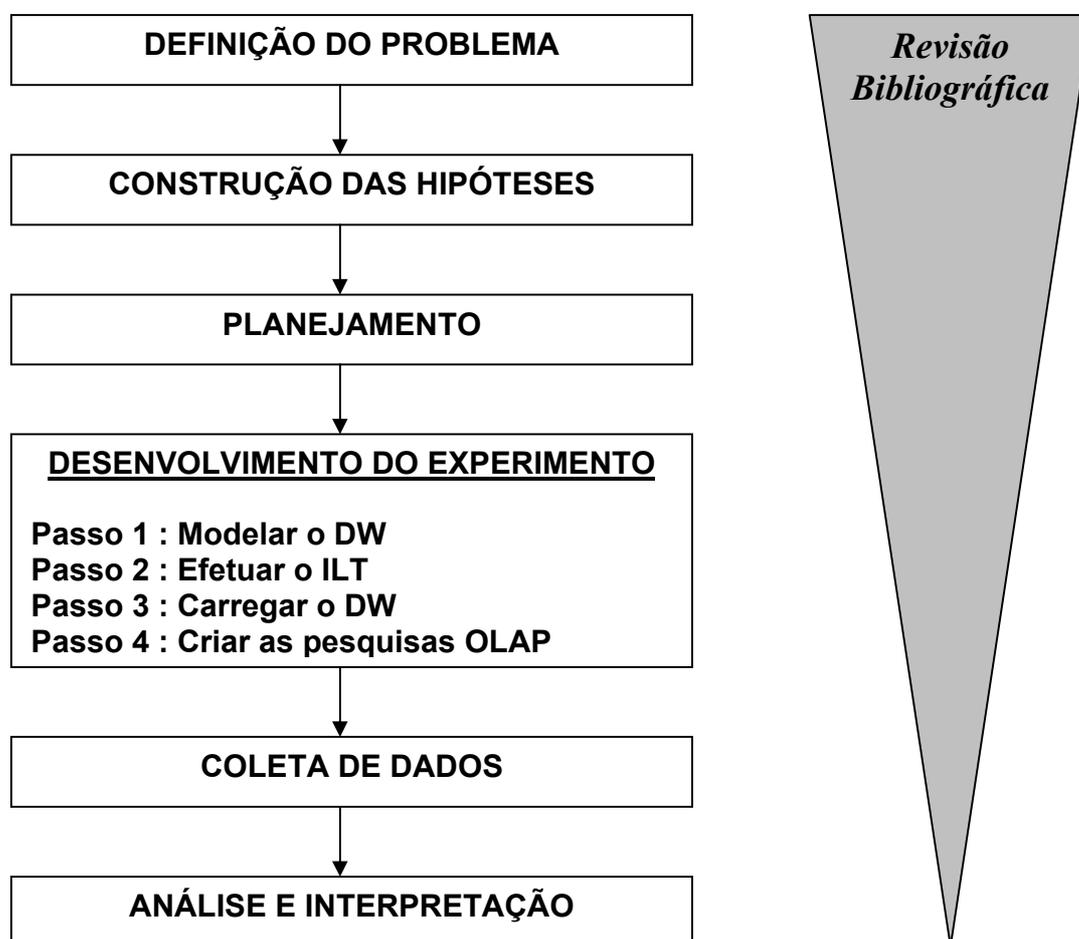


Figura 1 – Procedimentos para o desenvolvimento da pesquisa

Fonte: Autor.

## **1.5 Contribuição**

A contribuição desta dissertação é a criação de uma ferramenta para auxiliar os decisores de controle de produção. Demonstrando todas as etapas de forma detalhada, para que se possa repetir o experimento e implantá-lo em situações reais.

## **1.6 Escopo/Limitações**

Para o desenvolvimento desta pesquisa, as seguintes limitações devem ser ressaltadas:

- O trabalho será direcionado à criação de uma ferramenta de auxílio ao decisor no controle da produção, através da criação de 3 (três) cenários evolutivos.
- A pesquisa contempla ainda a criação e utilização de um DW, através da manipulação de dados em uma tabela dinâmica, como forma de apresentar os dados a serem trabalhados e analisados. Não sendo a tecnologia do Data Warehouse objeto da pesquisa em si.

## **1.7 Organização**

Esta dissertação está dividida em 5 capítulos. Neste primeiro Capítulo está a introdução, incluindo a formulação do problema e os objetivos da pesquisa e a metodologia adotada. No Capítulo 2, é descrito está a revisão bibliográfica desenvolvida para dar suporte a todo o trabalho. No Capítulo 3, está descrito o planejamento do experimento. No Capítulo 4, está descrito todo o desenvolvimento deste trabalho. No Capítulo 5, está descrito o resultado alcançado pelo trabalho desenvolvido. E por fim, no Capítulo 6 estão descritas as conclusões.

## **CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Data Warehouse**

#### 2.1.1 Conceitos de Data Warehouse

O termo *Data Warehouse* (DW) foi utilizado pela primeira vez em 1992 por Bill Inmon, e é utilizado para descrever um conjunto muito grande de dados orientados a assuntos, integrados e não voláteis, que suportam a tomada de decisão (SRIVASTAVA e CHEN,1999).

Explicando melhor os principais termos descritos por Inmon (1997), sobre as características do DW:

- *Orientado por assuntos*: contém informações sobre temas específicos importantes sobre o negócio da empresa. Nos sistemas operacionais, de uma instituição financeira por exemplo, existem aplicações como empréstimo, poupança e cartão de crédito. O *Data Warehouse* é organizado em torno de assuntos principais tais como cliente, vendedor, produto e atividade.

- *Integrado*: contém dados em estado uniforme, ou seja, existe uma consistência entre nomes, unidades de variáveis e outros. A integração, uma das características mais importantes do DW, pode acontecer de várias formas: em consistentes convenções de nomes, consistentes medidas de variáveis, consistentes

estrutura de dados, consistentes atributos físicos de dados, entre outros. A Figura 2 exemplifica esta integração:

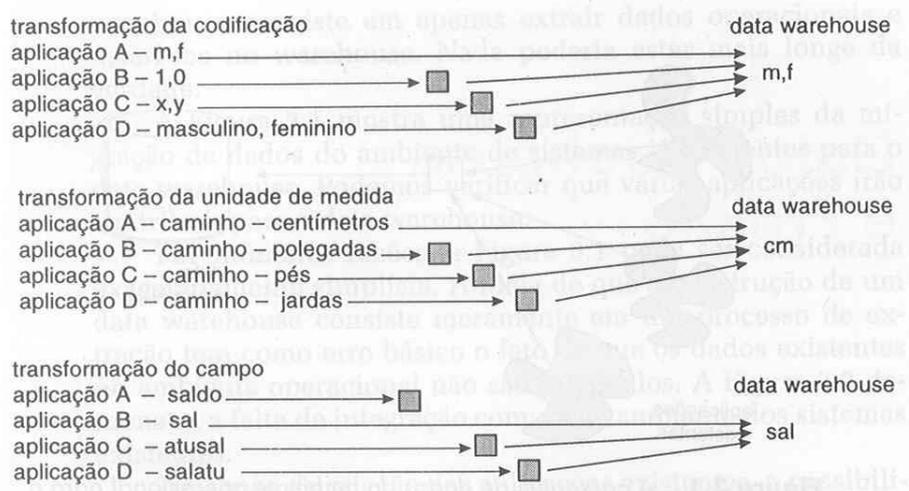


Figura 2 – Integração dos dados

Fonte: Inmon (1997)

- *Variante no tempo*: contém dados não atualizáveis que se referem a algum momento específico. Os dados no DW devem ser exatos em algum momento do tempo. Esta é uma característica básica diferente dos sistemas operacionais, onde os dados devem ser exatos no momento do acesso.

- *Não volátil*: permite apenas a carga inicial dos dados e consultas a estes dados. Esta é outra característica que difere o DW dos sistemas operacionais que permitem inclusões, exclusões e atualizações na base de registro a registro em tempo real.

O DW é um repositório de dados contendo dados extraídos do ambiente de produção da empresa, que foram selecionados e depurados, tendo sido otimizados para processamento de consulta e não para processamento de transações. Em geral, um DW requer a consolidação de outros recursos de dados além dos armazenados em

Banco de Dados relacionais, incluindo informações provenientes de planilhas eletrônicas, documentos textuais, etc.

De acordo com Inmon e Hackathorn (1994), o objetivo de um DW é fornecer uma "imagem única da realidade do negócio". De uma forma geral, os DW compreendem um conjunto de programas que extraem dados do ambiente de dados operacionais da empresa, um banco de dados que os mantém, e sistemas que fornecem estes dados aos seus usuários.

O DW revitaliza os sistemas da empresa, pois:

- permite que sistemas mais antigos continuem em operação;
- consolida dados inconsistentes dos sistemas mais antigos em conjuntos coerentes;
- extrai benefícios de novas informações oriundas das operações correntes;
- provê ambiente para o planejamento e arquitetura de novos sistemas de cunho operacional.

O DW é construído para que os dados possam ser armazenados e acessados de forma que não sejam limitados por tabelas e linhas estritamente relacionais. A função do DW é tornar as informações corporativas acessíveis para o seu entendimento, gerenciamento e uso. Como o DW está separado dos bancos de dados operacionais, as consultas dos usuários não interferem nestes sistemas, que ficam resguardados de alterações indevidas e/ou perdas de dados (RHODEN, 2003).

Para Berndt *et al.* (2001), o DW tem a importante missão de suportar as atividades de tomada de decisão através de uma infra-estrutura capaz de explorar uma grande quantidade de dados.

Segundo Yurong e Houcun (2000), um Data Warehouse pode melhor resolver a integração de sistemas de informação distribuídos, adotando novas modalidades de dados que diferem das bases de dados originais. E também podem fazer uso de dados históricos, que fornecem informações valiosas.

Kimball (1998) define DW como “o lugar onde pessoas podem acessar seus dados” e descreve seis objetivos fundamentais para o DW:

- 1) DW provê acesso a dados corporativos ou organizacionais;
- 2) O dado em um DW é consistente;
- 3) O dado em um DW pode ser separado e combinado por qualquer meio possível de mensuração;
- 4) O DW não é somente um conjunto de dados, mas um conjunto de ferramentas para buscar, analisar e apresentar informação;
- 5) O DW é o local onde se publicam dados utilizados; e
- 6) A qualidade dos dados dentro do DW é o condutor da reengenharia dos negócios.

Singh (2001) diz que “DW é o processo de integração dos dados corporativos de uma empresa em um único repositório a partir do qual os usuários finais podem facilmente executar consultas, gerar relatórios e fazer análises”.

Rhoden (2003), afirma que um DW é um ambiente de suporte à decisão que alavanca dados armazenados em diferentes fontes e os entrega aos tomadores de decisões da empresa, independente da plataforma que utilizam ou de seu nível de qualificação técnica.

A constante redução nos custos com redes de informação e também, o constante aumento na velocidade de comunicação entre estas redes, fez com que as organizações interconectassem seus Sistemas de Informação, tornando possível que as mesmas utilizassem estas informações para o processo de tomada de decisão. Adicionalmente, a capacidade sempre crescente e o preço decrescente dos dispositivos de armazenamento, tornaram possível o armazenamento de muitos dados históricos, favorecendo a análise de dados em uma dimensão temporal dos mesmos. Em função

disto, Srivastava e Chen (1999) afirmam que o DW surge como peça crítica e essencial para absorver toda essa nova forma de tratar e armazenar os dados.

Como se vê, existem diferentes visões do que seria um data warehouse: uma arquitetura, um conjunto de dados semanticamente consistente com o objetivo de atender diferentes necessidades de acesso a dados e extração de relatórios, ou ainda, um processo em constante evolução, que utiliza dados de diversas fontes heterogêneas para dar suporte a consultas genéricas, relatórios analíticos e à tomada de decisão.

### 2.1.2 Processo de Criação do DW

O processo de criação do DW é chamado de *Data Warehousing*. Segundo Inmon (1997), para que se possa implementar um processo de *Data Warehousing*, é necessário uma mudança de arquitetura para a identificação dos dados que irão compor o DW. Os dados podem ser identificados como DADOS PRIMITIVOS (OPERACIONAIS), ou DADOS DERIVADOS (DADOS SAD – Sistema de Apoio a Decisão).

A Tabela 2 apresenta algumas das principais diferenças entre dados primitivos e derivados.

Tabela 2 – Diferenças entre Dados Primitivos e Dados Derivados

<b>DADOS PRIMITIVOS</b>	<b>DADOS DERIVADOS</b>
Baseados em aplicações	Baseados em assuntos ou negócios
Detalhados	Resumidos, ou refinados
Exatos em relação ao momento do acesso	Representam valores de momentos já decorridos
Atendem à comunidade funcional	Atendem a comunidade gerencial
Podem ser atualizados	Não são atualizados

São processados repetitivamente	São processados de forma heurística
Requisitos de processamento conhecidos com antecedência	Requisitos de processamento não são conhecidos com antecedência
Compatíveis com SDLC	Ciclo de vida completamente diferente
A performance é fundamental	Performance atenuada
Acessados uma unidade por vez	Acessados um conjunto por vez
Voltados para transações	Voltados para análise
O controle de atualização é atribuição de quem tem a posse	O controle de atualização não é problema
Alta disponibilidade	Disponibilidade atenuada
Gerenciados em sua totalidade	Gerenciados por subconjuntos
Não contemplam a redundância	A redundância tem que ser considerada
Estrutura fixa, conteúdos variáveis	Estrutura flexível
Pequena quantidade de dados usada em um processo	Grande quantidade de dados usada em um processo
Atendem às necessidades cotidianas	Atendem às necessidades gerenciais
Alta probabilidade de acesso	Baixa, ou modesta probabilidade de acesso

Fonte: Baseado em Inmon (1997)

Inmon (1997), ainda afirma que além do fato de que os dados operacionais não são integrados e o DW precisa, necessariamente, ser integrado, há outras diferenças importantes entre o nível operacional de dados e processamento e o nível de dados e processamento do DW. Uma profunda diferença entre o nível

operacional e o DW diz respeito ao ciclo de vida de desenvolvimento de cada ambiente ou sistema.

Segundo Inmon (1997) e Dawes e Préfontaine (2003) o ciclo de vida de desenvolvimento de um sistema (*systems development life cycle - SDLC*) para um DW é diferente de um SDLC de um sistema operacional. A Figura 3, mostra as diferenças entre o processo ou ciclo de desenvolvimento para a criação de um sistema operacional e um sistema DW. Onde se pode notar que o ciclo de desenvolvimento de um DW é quase oposto ao ciclo de desenvolvimento de um sistema operacional.

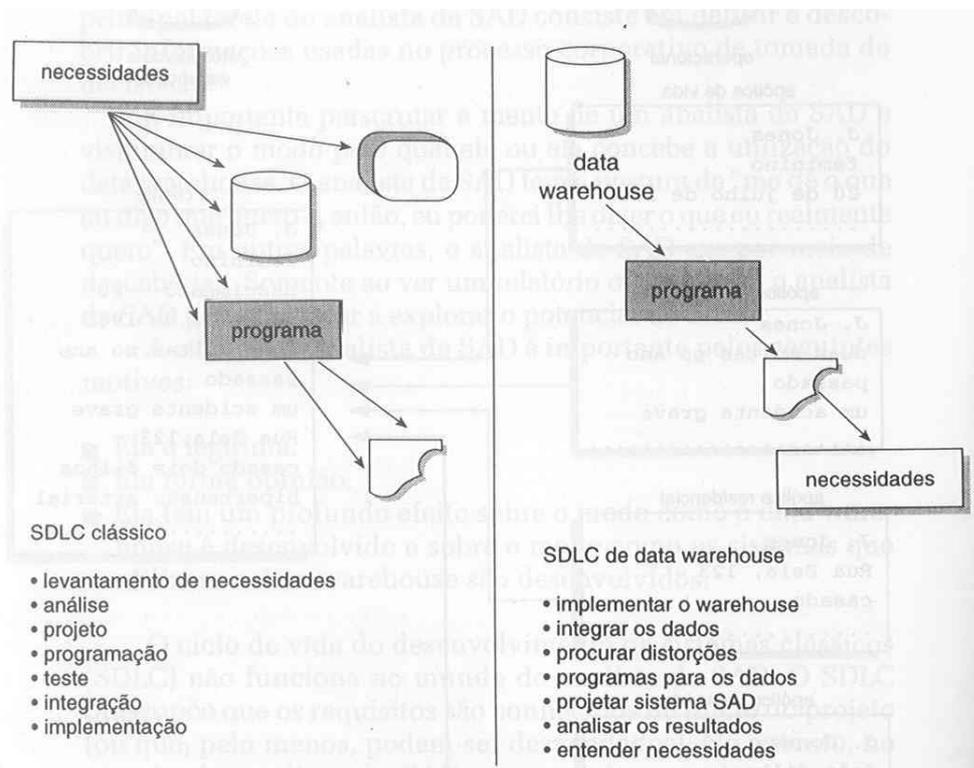


Figura 3 – Diferenças entre os ciclos de vida de um sistema operacional e DW.

Fonte: Inmon (1997)

No do processo de *Data Warehousing* são definidos os seguintes elementos:

- Modelar o DW
- Extrair os dados brutos dos sistemas de transação

- Integrar, limpar e transformar (consolidar) os dados
- Popular o DW
- Gerar ambientes de consulta (OLAP – Online Analytical Processing)

Para Kimball (1998), **grão** é o significado de um único registro em uma tabela de fatos.

Para a Modelagem do DW, segundo Kimball (1998), é necessário primeiro a escolha de um processo do negócio para modelar. Segundo, a escolha do grão do processo do negócio. Depois a escolha das dimensões que serão aplicadas a cada registro da tabela de fatos. E por último, porém não menos importante, a escolha dos fatos mensuráveis que irão popular cada registro da tabela de fatos.

Para Inmon (1997), uma questão importante do projeto que o desenvolvedor precisa enfrentar diz respeito à granularidade do DW. Segundo Kimball (1998) “o grão é um único registro na tabela de fatos”. Quando a granularidade de um DW é apropriadamente estabelecida, os demais aspectos de projeto e implementação se tornam menos complexos; quando esta granularidade não está estabelecida, os outros aspectos se configuram em tarefas complicadas e de difícil tratamento. Assim, segundo afirma Rhoden (2003), granularidade é “o nível de detalhe ou de resumo dos dados existentes num DW”.

Mannic e Rozanc (2001) afirmam que uma das tarefas mais importantes para o desenvolvimento de um DW é definir a granularidade dos dados e seus diferentes níveis de detalhe, pois esta definição suporta ao processo de tomada de decisão, que ocorrerá a partir deste DW.

O processo de extração dos dados, inicia-se a partir de bases de sistemas transacionais, onde os dados de origem são os registros dos bancos de dados relacionais dos sistemas de suporte às transações. É necessário mapear os dados de origem e seus respectivos acessos. Esta extração não pode comprometer a performance dos SI de origem.

Existem pelo menos três estratégias para a implementação de um DW. Segundo Kimball (1998), a estratégia de implementação de um DW que possui foco a partir dos processos de negócios é um modelo com abordagem “*Top-Down*”. Para que esta abordagem seja desenvolvida, é necessário o conhecimento da perspectiva do usuário e também dos sistemas de onde os dados serão extraídos. Na maioria das vezes, depara-se com a necessidade de dados que não se encontram disponíveis nos sistemas existentes, sendo necessário criá-los.

Outra abordagem encontrada é citada por Xavier (2004), que é a abordagem “*Bottom-Up*”, em que o modelamento é feito a partir da análise dos dados e sistemas existentes. Esta abordagem pode resultar em que algumas das informações desejadas pelos gerentes, acabem não sendo disponibilizadas da forma esperada.

Segundo Hasan e Hyland (2001), existe ainda uma abordagem mista, que nomeiam de “*Middle-Out*”, onde se inicia a partir das necessidades do negócio e dos gerentes, porém ao mesmo tempo se leva em consideração a disponibilidade de dados, realimentando as limitações imediatamente aos gerentes. Esta abordagem inclui fases tanto da abordagem *Top-Down* quanto da *Bottom-up*.

A Tabela 3 apresenta uma comparação das abordagens.

Tabela 3 – Comparação entre as abordagens de implementação do DW

<b>Abordagem</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<i>Bottom Up</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação rápida</li> <li>• Rápido retorno do investimento</li> <li>• Equipe focada</li> <li>• Aplicações menores e dirigidas</li> <li>• Herança incremental, reduzindo riscos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geralmente não obtém visão corporativa</li> <li>• Várias equipes a serem gerenciadas</li> <li>• Alguns indicadores necessários aos gerentes não são implementados.</li> </ul>
<i>Middle Out</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visão corporativa mais real da situação dos SI da empresa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade de gerenciamento de equipes de TI e gerentes,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo interativo de criação de métricas e identificação de disponibilidade de dados</li> <li>• Garantia da consistência de dados</li> <li>• Inclui as vantagens das abordagens <i>Top Down</i> e <i>Bottom Up</i>.</li> </ul>	simultaneamente
--	---	-----------------

<b>Abordagem</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<i>Top Down</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visão corporativa</li> <li>• Regras e controle centralizado</li> <li>• Melhores resultados a longo prazo</li> <li>• Repositório de metadados centralizado e simples</li> <li>• Herança de arquitetura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação mais longa</li> <li>• Custos e riscos elevados</li> <li>• Dificuldade dos profissionais de TI de identificar os dados necessários</li> <li>• Várias equipes a serem gerenciadas</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Xavier (2004).

Um componente muito importante no processo de Data Warehousing são os *metadados*. Singh (1997) diz que os metadados são o principal componente de um DW. A definição que se encontra na literatura sobre metadados é que eles são “dados sobre dados”. Come (2001), define metadados de forma um pouco mais completa ao afirmar que “o metadado é a descrição do dado, do ambiente onde ele reside, com ele é

manipulado e para onde é distribuído”. É o metadado, na forma de definição de campo, que informa que uma dada cadeia de bits é um endereço de cliente, parte de uma imagem fotográfica ou parte do código de um programa de computador.

O metadado no ambiente de DW tem um papel bem diferente daquele que tem no ambiente operacional, segundo Inmon (1997). No ambiente operacional eles normalmente são deixados de lado e chegam ao nível de importância de uma documentação. No DW os metadados são obrigatórios desde o início.

Os metadados devem isolar o usuário da complexidade de acessar informações distribuídas, enquanto facilita a atualização e sincronização de vários bancos de dados. Se isso não funcionar, os usuários voltarão a se encontrar com os problemas que o DW pretendia resolver, ou seja, diferentes respostas para a mesma questão e a resultante falta de confiança na informação obtida.

Sem metadados, os dados não tem significado e localizar informações contidas em um DW torna-se uma tarefa muito difícil. Segundo Come (2001), Os usuários de negócios serão como turistas deixados em uma nova cidade sem qualquer informação sobre esta cidade e os administradores do DW serão como os administradores da cidade que não têm idéia do tamanho dessa cidade e em que velocidade ela está crescendo.

Favaretto e Rhoden (2003), apresentam um modelo para construção dos metadados, referenciando quais tópicos devem ser guardados nos metadados e sua relação com a documentação das atividades de Identificar, Localizar e Tratar os dados (ILT). A Tabela 4 apresenta este modelo.

Tabela 4 – Tarefas das atividades ILT e os conteúdos dos metadados.

<b>Atividade</b>	<b>Tarefa</b>	<b>Tópicos que devem ser registrados nos metadados</b>
------------------	---------------	--

<i>Identificação</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir indicadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação do indicador</li> <li>Dados necessários para gerar o indicador</li> <li>Procedimento de cálculo do indicador</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapear a geração e/ou coleta dos dados que geram os indicadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimento de coleta e/ou geração dos dados</li> <li>Significado dos dados</li> <li>Evento que gera os dados</li> <li>Pessoa com conhecimento para dar suporte às dúvidas sobre os dados</li> </ul>
<i>Localização</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapear a forma de extração dos dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma de extração dos dados</li> <li>Ferramentas de extração dos dados</li> <li>Procedimentos de extração dos dados</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapear frequência de atualização dos dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frequência de atualização dos dados</li> <li>Procedimento de atualização dos dados</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapear acesso aos dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma de acesso aos dados</li> <li>Procedimento de acesso aos dados</li> <li>Senhas de acesso</li> </ul>

		aos dados
<i>Tratamento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpar dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimento para localizar e eliminar registros incompletos e de teste</li> <li>• Faixa de valores aceitáveis para os dados</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substituir códigos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionamento entre os códigos utilizados na organização e suas descrições</li> <li>• Procedimento de substituição dos códigos ou de concatenação com as descrições</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformar valores dos dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidades de transformação ou conversão</li> <li>• Procedimento de transformação ou conversão</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Converter tipos de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidades de conversão dos tipos de dados extraídos</li> </ul>

Fonte: Favaretto e Rhoden (2003)

Segundo Rhoden (2003), diversas técnicas e abordagens de povoamento do DW têm sido propostas, algumas bastante genéricas e outras especialmente voltadas para a manutenção de integridade dos dados num ambiente caracterizado pela derivação e replicação de informações.

Singh (2001) menciona que “o maior volume de dados do DW tem como fonte os sistemas aplicativos. Os eventos fechados e dados principais relacionados são carregados periodicamente para a plataforma do DW”. A extração, limpeza, transformação e migração de dados dos sistemas existentes na empresa para o DW, constituem tarefas críticas para o seu funcionamento efetivo e eficiente.

O desafio por trás da alimentação de dados das fontes para o DW não é técnico e sim gerencial. Muitos dos processos envolvidos – como mapeamento, integração e avaliação de qualidade – ocorrem de fato durante a fase de análise e projeto do DW. Rhoden (2003) percebeu que identificar fontes, definir regras de transformação e detectar e resolver questões de qualidade e integração consome cerca de 80% do tempo de projeto.

Existem ferramentas que podem ajudar a detectar problemas na qualidade dos dados e até gerar programas para a extração de dados, porém não é fácil automatizar estas tarefas. Segundo Rhoden (2003), “os fatores que certamente influem na estimativa de tempo para estas tarefas são o número de fontes e a qualidade dos metadados mantidos sobre estas fontes”.

### 2.1.3 Utilização de Data Warehouse

Xavier (2004) afirma que “o *On-Line Analytical Processing* (OLAP) é utilizado em sistemas multidimensionais, baseados em análises”. Essa abordagem utiliza dados que já estão sumarizados de alguma forma e em alguma base de tempo consistente, permitindo análise a partir da base de dados. Bispo e Cazarini (1999) definem o processamento de informação baseado em análise orientado para decisão, como uma categoria mais geral e ampla em que o OLAP e o DW são componentes complementares importantes. Segundo Xavier (2004) “no DW, ferramentas do tipo OLAP encontram o ambiente ideal para serem aplicadas”. Come (2001) afirma que o objetivo do OLAP é analisar relacionamentos complexos e buscar por padrões, tendências e condições de exceção. A Tabela 5 apresenta algumas características das ferramentas OLAP e DW.

Tabela 5 – Algumas características das ferramentas OLAP e DW

<b>Característica</b>	<b>OLAP</b>	<b>DATA WAREHOUSE</b>
Propósito	Analítico	Armazenamento e

		acesso aos dados histórico detalhados
Tipo de acesso	Leitura e escrita	Somente leitura
Modo de acesso	Interativo, comparativo e investigativo	Consultas e relatórios
Escopo	Análise dos dados	Dados corporativos
Nível de detalhe	Sumarizados e calculados	Dados limpos e sumarizados
Estrutura dos dados	Dimensional	Desnormalizados
Implementação	Semanas	Vários anos

Fonte: Adaptado do BISPO e CAZARINI (1999)

Han e Kamber (2001) definem que, no modelo dimensional, dados são organizados em múltiplas dimensões e cada uma delas contém múltiplos níveis de abstração definidos pelo conceito de hierarquia. Esta organização permite visualizar os dados a partir de diferentes perspectivas. Eles definem também que uma forma de visualizar estas perspectivas pode ser um cubo de dados. Segundo Xavier (2004), operações OLAP existem para materializar estas pesquisas diferentes, permitindo uma interface de pesquisa interativa e de análise de dados “nas mãos dos usuários”. Sendo assim, Xavier (2004), conclui que o OLAP fornece um ambiente “*user-friendly*” – amigável, para análise interativa dos dados.

A Tabela 6, apresenta as principais operações OLAP e suas respectivas descrições.

Tabela 6 – Principais operações OLAP

<b>OPERAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<i>Roll-up</i>	Esta operação faz agregação de dados no cubo, ou por escalar do nível mais baixo para o nível mais alto em uma hierarquia, ou por uma redução de dimensões, removendo uma dimensão de análise.

<i>Drill-down</i>	Esta operação navega dos dados menos detalhados para os mais detalhados. Ela pode ser realizada ou por descer mais um nível na hierarquia dos dados ou por incluir mais uma dimensão na análise. (É o inverso do <i>roll-up</i> ).
<i>Drill-across</i>	É utilizado quando existem duas ou mais tabelas de fatos que compartilham algumas mesmas dimensões. Esta operação pode comparar indicadores de fatos diferentes através de atributos comuns das dimensões.
<i>Slice and Dice</i>	A operação <i>slice</i> faz uma seleção em uma dimensão de um cubo, resultando em um “subcubo”. Já a operação <i>dice</i> define o “subcubo” pela seleção em duas ou mais dimensões.
<b>OPERAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<i>Pivot (rotate)</i>	É uma operação de visualização que “rotaciona” a visão do eixo de dados, com o objetivo de fornecer uma apresentação alternativa dos dados.

Fonte: Adaptado de XAVIER (2004)

#### 2.1.4 DW Comerciais

Existem atualmente diversos DW já difundidos e utilizados em todo o mundo por inúmeras empresas, quer sejam comerciais, industriais e até mesmo de serviços.

Dentre as diversas empresas que fornecem soluções utilizando-se da tecnologia de DW, são apresentadas algumas de destaque, na atualidade, segundo pesquisa realizada no site [www.datawarehouse.inf.br](http://www.datawarehouse.inf.br) (2005):

- Business Objects SA é uma empresa de software que fornece soluções em Inteligência de Negócios (BI – Business Intelligence), com mais de 30000 clientes espalhados por todo o mundo. O software BusinessObjects XI, auxilia as organizações em obterem uma maior visão de seus negócios, melhorando sua capacidade de

decisão e otimizando processos. Este software oferece uma grande seleção de relatórios interativos que possibilitam efetuar diversas análises de dados simultaneamente, a partir de sua estrutura de Data Warehouse, melhorando a performance do gerenciamento. Os clientes de destaque da empresa que utilizam suas soluções são: T-Mobile, CISCO, City of Chicago, France Telecom, PepsCo e Pfizer Ltd.

- IBM é uma empresa mundialmente conhecida no mundo da informática. Sua solução em aplicações para utilização de Data Warehouse se destaca pelo software IBM Red Brick™ Warehouse 6.3, desenvolvido em base de SQL structured query language), com uma base de dados relacional padrão para utilização em aplicações de Inteligência de Negócios (BI – Business Intelligence). Esta última versão do Red Brick Warehouse, é fácil de instalar, fácil de usar e fácil de administrar. Este software possibilita a manipulação de uma enorme quantidade de dados, com utilização simultânea de milhares de consultas a base de dados, com centenas de usuários utilizando o sistema e manuseando terabytes de dados.

- Sybase desenvolveu uma tecnologia que reduzirá significativamente o investimento de tempo e de recursos para o desenvolvimento de aplicações analíticas das empresas. Esta tecnologia de baixo custo e que também economiza tempo em sua implementação é o Industry Warehouse Studio (IWS), um software com uma avançada arquitetura de dados e ferramentas que otimizam o desenvolvimento e implantação do Data Warehouse das empresas. Esta infraestrutura analítica faz parte do software que gera uma posição chave na utilização desta ferramenta pela empresa na área de Inteligência de Negócios (BI – Business Intelligence). Ao projetar e construir esta infraestrutura, a Sybase criou um desenho único que consiste em integrar um núcleo de cliente-consumidor combinado com as necessidades específicas de processos produtivos das empresas.

## **2.2 Processo de Decisão**

### 2.2.1 Decisão

Segundo Pereira e Fonseca (1997) a palavra *decisão* é formada pelo prefixo *de* (prefixo latino, aqui com o significado de parar, extrair, interromper) que se antepõe à palavra *caedere* (que significa cindir, cortar). Tomada ao pé da letra, a palavra *decisão* significa “parar de cortar” ou “deixar fluir”. Uma decisão precisa ser tomada sempre que estamos diante de um problema que possui mais que uma alternativa para sua solução.

Sendo assim, Lima (2003) define decisão como “a escolha entre alternativas”. Onde as alternativas podem representar diferentes localizações, diferentes planos, diferentes classificações, diferentes hipóteses sobre um fenômeno e assim por diante. Por exemplo, a escolha entre três classificações de duração (curto, médio e longo) para utilização de uma máquina em um processo produtivo, com relação ao uso desta máquina é um ato que se designa decisão, uma vez que alguém teve de decidir se aquela determinada máquina deveria ser utilizada durante um determinado período de tempo.

Simon (1997) apud Shimizu (2001) salienta que a solução de qualquer problema de decisão em atividades empresariais, científicas ou artísticas pode ser visualizada em quatro etapas: percepção da necessidade de decisão ou oportunidade, formulação das alternativas de ação, avaliação das alternativas em termos de suas respectivas contribuições e escolha de uma ou mais alternativas para fins de execução.

Gomes, Gomes e Almeida (2002), afirmam que uma decisão precisa ser tomada sempre que se está diante de um problema que possui mais de uma alternativa para sua solução. Mesmo quando se tem uma única ação a tomar, há a alternativa de tomar ou não esta ação. Um processo de tomada de decisão pode ser visto como a eleição por parte de um centro decisor (um indivíduo ou grupo de indivíduos) da melhor alternativa entre as possíveis (XAVIER, 2004).

A tomada de decisão é uma das atividades de toda e qualquer organização. A Tecnologia de Informação (TI), segundo Silva e Alcântara (2001), é o conjunto de *hardware* e *software* que desenvolve tarefas de processamento de

informações dos SI das empresas, como coletar, transmitir, estocar, recuperar, manipular e exibir dados, auxiliando no processo de tomada de decisão.

A decisão, em sua essência, representa uma escolha realizada a partir de várias alternativas para se lidar com um dado problema. Esse problema geralmente envolve a diferença entre a situação que se deseja e a situação que efetivamente ocorre na realidade organizacional, em que alguém ou alguma organização se encontra. Ou seja, a tomada de decisão pode ser representada pelo processo de escolha entre os diversos cursos de ação para resolver um problema, aquele que melhor resolve o problema em foco após a devida identificação do mesmo e o levantamento das opções para a sua solução (PORTO, 2000).

### 2.2.2 Sistemas de informação de apoio à decisão

Machado (2000) afirma que sistemas de informações podem ser utilizados para que decisões sejam tomadas com uma maior possibilidade de acerto. Um dos sistemas utilizados para este fim é conhecido por SAD (Sistema de Apoio a Decisão) ou em inglês, DSS (*Decision Support Systems*). Sistemas de Inteligência de Negócios ou *Business Intelligence* (BI) é o conjunto de tecnologias orientadas a disponibilizar informação e conhecimento em uma empresa. Uma destas tecnologias que pode ser utilizada é o DW. Uma análise de dados históricos pode apresentar indicadores de crescimento ou sinalizadores de perigos nos negócios. O DW é uma das tecnologias disponíveis para dotar as empresas desta capacidade de análise.

Tien (2003) afirma que mesmo os dados transformados devem ser analisados eficientemente e eficazmente, para fornecer as informações apropriadas para tomada de decisão inteligente. Isso só é alcançado com o uso de SI específicos. Estes SI podem ser:

- Sistemas de Apoio à decisão – SAD ( ou DSS – *Decision Support Systems*);

- Sistemas de Informações Executivas – SIE (ou EIS – Executive Information Systems); e
- Sistemas de Informações Gerenciais – SIG (ou MIS – Management Information Systems).

Sprague (1991) *apud* Come (2001), define SIG como um conjunto de sistemas e atividades necessárias ao gerenciamento, processamento e uso de informações como um recurso dentro da empresa. A abordagem do SIG, elevou o foco das atividades dos sistemas de informações, dando ênfase adicional na integração e planejamento das funções desses sistemas (XAVIER, 2004). Segundo Gomes, Gomes e Almeida (2002), o SIG permite fornecer aos executivos, de forma selecionada e resumida, os dados necessários para entendimento da situação-problema.

Segundo Come (2001), o termo SIE foi criado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) no final da década de 70. Gomes, Gomes e Almeida (2002) afirmam que ao contrário do SIG, o SIE destina-se a um pequeno número de usuários executivos e, ao contrário do SAD, não permitem desenvolvimento interativo e não se capacitam a alterar seus modelos.

Inmon (1997) afirma que o DW atua no ambiente SIE e torna sua tarefa mais fácil do que quando não há um alicerce de dados para operar, em outras palavras, o DW proporciona o alicerce de dados de que o analista de SIE precisa para atender eficientemente ao processo do SIE (XAVIER, 2004).

Segundo Lau *et al.* (2003), os SIE são desenvolvidos para auxiliar aos executivos a tomarem decisões com habilidade, de forma a manter a competitividade das empresas dentro de seus mercados. Lau *et al.* (2003), ainda afirma que, os SIE são sistemas de controle da produção computadorizados, mesmo sendo sistemas gerenciais.

A Tabela 7 resume as características dos SIG, SAD e SIE.

Tabela 7 – Principais características de SIG, SAD e SIE.

<b>DIM ENSÃO</b>	<b>SIG</b>	<b>SAD</b>	<b>SIE</b>

Foco	Processamento de informações	Análise, apoio à decisão	Acesso ao status
Usuários típicos	Executivos de nível médio e baixo, às vezes sênior	Analistas, profissionais, gerentes	Executivos sêniores
Objetivo	Eficiência	Eficácia	Conveniência
Aplicação	Controle da produção, projeção de vendas, análise financeira e gerenciamento de recursos humanos	Diversas áreas onde são tomadas decisões gerenciais	Análise de ambientes, avaliação de desempenho, identificação de problemas e oportunidades
Banco de dados	Da empresa	Especial	Especial
Apoio à decisão	Direto ou indireto, principalmente problemas estruturados, utilizando operações padrão, pesquisa e outros modelos	Apoio a atividades decisórias semi ou não estruturadas	Indireto, principalmente para problemas de lato nível e não estruturados
Tipo de informação	Relatórios sobre operações internas, fluxos estruturados, relatórios das operações internas	Informações de apoio para situações específicas	Novos itens, informações externas sobre clientes, concorrentes, ambiente e relatórios de operações internas
Uso principal	Controle	Planejamento, organização e	Acompanhamento e controle

		controle	
Capacidade de adaptação do usuário	Normalmente nenhuma	Permite julgamento individual, recursos de simulação, algumas escolhas de estilos de diálogo	Adaptável ao estilo decisório do executivo, oferece várias opções de entrada
Gráficos	Desejável	Parte integrada de muitos SAD	Essencial

DIMENSÃO	SIG	SAD	SIE
Facilidade conversacional	Desejável	Essencial se não forem usados intermediários	Essencial
Tratamento das informações	As informações são fornecidas a um grupo diversificado de usuários que as manipula	Informações fornecidas pelo SIE e/ou SIG são usadas como entrada para o SAD	Filtra e resume informações, acompanha dados e informações cruciais
Informações detalhadas	Inflexibilidade de relatórios, impossibilidade de obter detalhes com rapidez	Podem ser programadas no SAD	Acesso instantâneo aos detalhes de qualquer resumo
Banco de modelos	Modelos padrão disponíveis, mas não gerenciáveis	Parte essencial do SAD	Pode ser acrescentado, normalmente não

			incluído ou limitado
Des envolvime nto	Fornecedores ou especialistas em sistemas de informação	Usuários sozinhos ou com ajuda de especialistas em informática	Fornecedores ou especialistas em sistemas de informação
Har dware	Mainframe, micro ou distribuído	Mainframe, micro ou distribuído	Sistema distribuído
Nat ureza dos pacotes computaci onais	Orientado por aplicativos, recursos para geração de relatórios, modelos administrativos, contábeis, estatísticos e financeiros	Recursos para geração de modelos, simulação, aplicativos e geradores de SAD	Interativa, acesso a vários bancos de dados, acesso on-line, recursos sofisticados de DBMS, ligações complexas

Fonte: Adaptado de Xavier (2004)

### 2.2.3 Estratégias organizacionais

Segundo Chiavenato (2000), o planejamento é a função administrativa que define objetivos e decide sobre recursos e tarefas necessários para alcançá-los adequadamente. A principal consequência do planejamento são os planos, estes tornam uma organização bem sucedida na realização de suas metas e objetivos e também funcionam como guias para assegurar ações organizacionais corretas.

Os planos podem incluir períodos de longo prazo e podem envolver a organização inteira, um departamento ou uma tarefa. Podem cobrir diferentes períodos de tempo, os de curto prazo cobrem um ano ou menos, os de médio prazo cobrem um ou dois anos e os de longo prazo cobrem cinco ou mais anos.

De acordo com Oliveira (1998), considerando os grandes níveis hierárquicos, pode-se distinguir três diferentes tipos:

- Estratégico, que inclui a elaboração de planos de longo prazo, normalmente direcionados aos níveis mais altos da empresa;
- Tático, que considera as atividades de planejamento a médio prazo, relacionados diretamente aos níveis médios das empresas; e
- Operacional, que inclui a elaboração de planos a curto prazo, ligados diretamente as decisões a serem tomadas no nível mais baixo da empresa. Onde as decisões refletem diretamente o dia-a-dia.

De forma genérica, pode-se relacionar os tipos de planejamento aos níveis de decisão numa “pirâmide organizacional”, conforme mostra a Figura 4.

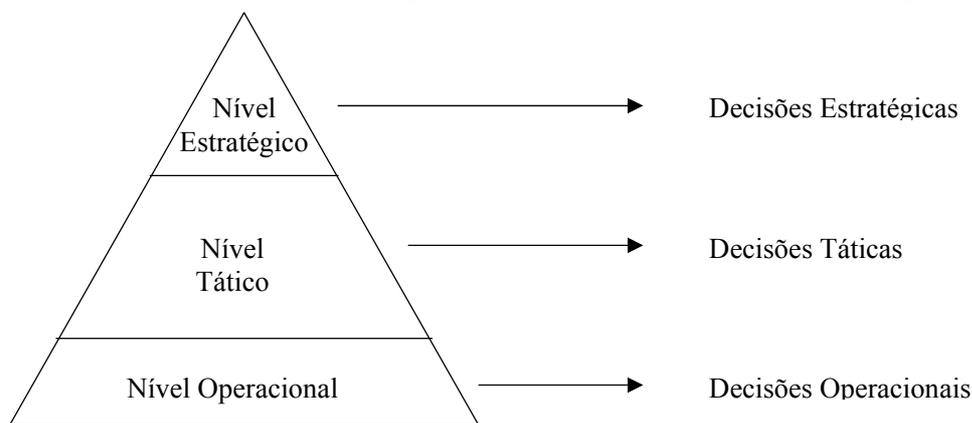


Figura 4 – Pirâmide Organizacional  
 Fonte: Adaptado de Oliveira (1998)

### 2.3 Controle da Produção

*Planejamento e Controle da Produção (PCP)*, para Slack *et al.* (1997), é a atividade de se dedicar sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, assim, a execução do que foi previsto.

Já para Corrêa e Corrêa (2004), planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro, influenciam as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos futuros.

Slack *et al.* (1999), diz que o propósito do PCP é o de garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como se deve. Isto requer que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade adequada, no momento adequado e no nível de qualidade adequado.

Em um sistema produtivo, ao serem definidos suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com bases nesses planos, direcionar as ações dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. Para Tubino (2000), estas atividades são desenvolvidas através do PCP.

Segundo Corrêa e Corrêa (2004), o controle da produção visa manter e comunicar informações de situação corrente sobre ordens de fabricação e centros de trabalho. Abaixo, são apresentadas as principais subfunções de um sistema de controle de operações (*shop floor control* – SFC), utilizados no controle da produção.

- Definir prioridades para cada ordem de produção;
- Manter informação sobre quantidade de estoque em processo;
- Comunicar situação corrente de ordem de produção para a gestão;
- Prover dados sobre saídas efetivas para suportar atividades de controle de capacidade produtiva;
- Prover informações de quantidade por local por ordem de produção para efeito de controle de estoque em processo (operacional e contabilmente); e
- Prover mensuração de eficiência, utilização e produtividade da força de trabalho e dos equipamentos.

O controle de entrada e saída (*input-output control*), segundo Corrêa e Corrêa (2004), “é um importante recurso dos sistemas de controle da produção, pois visa controlar as entradas e saídas de fluxo dos diversos centros de trabalho, de forma a manter sob controle as quantidades de estoques em processo nos centros.

A análise de entradas e saídas de fluxos dos centros de trabalho é um método que auxilia o monitoramento do consumo real da capacidade disponível durante a execução dos planos detalhados de materiais. Onde, observando-se os fluxos de

entrada e saída, pode-se notar que quando os fluxos de entrada superam os de saída, significa que aquele centro de trabalho observado/analísado está acumulando estoque em processo e quando os fluxos de saída superam os de entrada é que este centro de trabalho está tendo seu estoque em processo diminuído.

A partir disto, podemos constatar que um sistema de informação que permita ao gestor gerenciar esses fluxos, pode manter os estoques em processo sob controle, assim como também, os tempos de atravessamento em níveis aceitáveis e, como consequência, pode auxiliar o sistema produtivo a atingir seus objetivos. A Figura 5 ilustra a idéia de controle de entrada e saída, utilizando uma analogia com fluxos de água, de entrada e saída num reservatório.

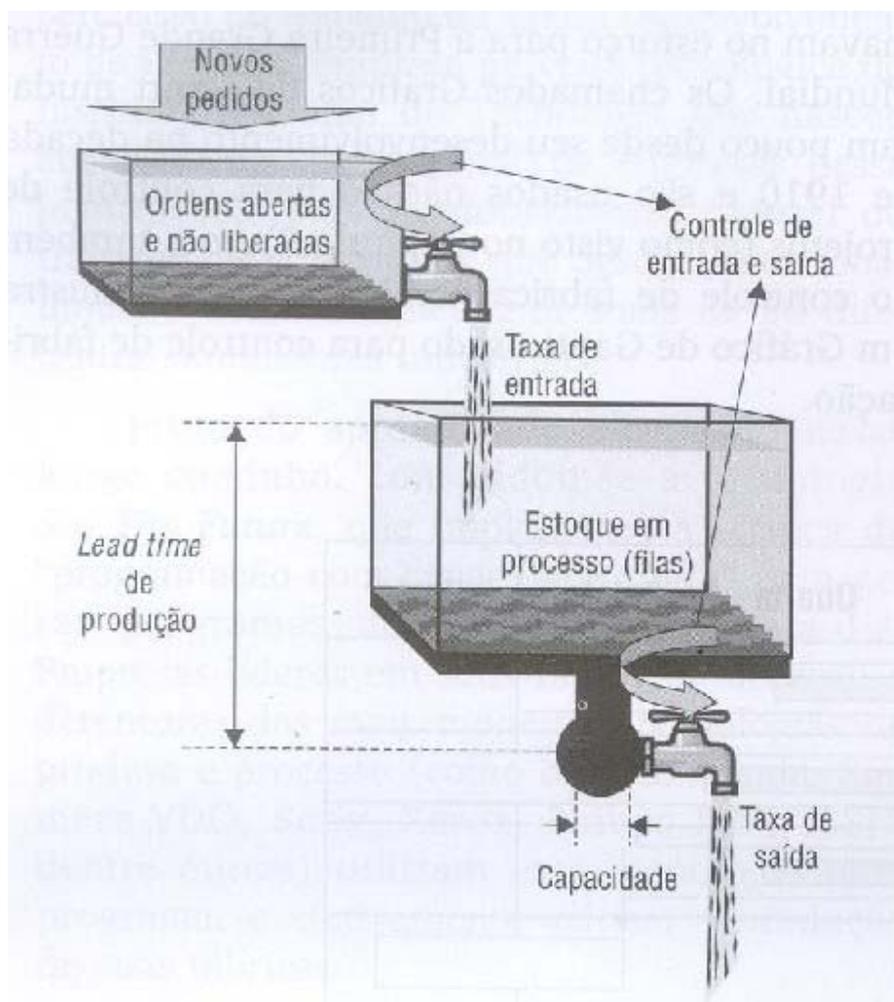


Figura 5 – Analogia ilustrativa de controle de entrada e saída para fluxos.

Fonte: Corrêa e Corrêa (2004)

Segundo Goulart (2000), o controle da produção consiste em acompanhar a fabricação e compra dos itens planejados (programados), com o objetivo de que os prazos de produção sejam cumpridos. O controle da produção costuma atuar na captação de dados importantes para o sistema de custos, tomando decisões típicas de chão de fábrica, com mudança de prioridades, necessidades de horas extras, entre outros.

Para Tubino (2000), basicamente existem três grupos de recursos necessários ao atendimento de um controle de produção: máquina, mão-de-obra e materiais. O controle da produção é acompanhado e controlado através das seguintes funções:

- Coleta e registro de dados sobre o estágio das atividades programadas;
- Comparação entre o programado e o executado;
- Identificação dos desvios;
- Busca de ações corretivas;
- Emissão de novas diretrizes com bases nas ações corretivas;
- Fornecimento de informações produtivas aos demais setores da empresa (Finanças, Engenharia, Marketing, Recursos Humanos, entre outros); e
- Preparação de relatórios de análise de desempenho do sistema produtivo.

De acordo com Jiang e Fung (2003), o controle da produção pode ser visto como uma coleção de componentes ou elementos, por exemplo máquinas, que são interrelacionados de forma organizada e que trabalhando juntas transformam as entradas em saídas.

Para Porter *et al.* (1999), para que uma empresa encontre uma boa solução para o controle da produção é necessário que seus principais processos de negócios sejam compreendidos.

Favaretto (2001), ainda afirma que o dado, como bem da empresa, deve ser armazenado, atualizado, compartilhado, disponibilizado, de fácil interpretação e exato.

Quando este dado é processado para um determinado fim, se transforma em informação, que fornece aos usuários subsídios para a tomada de decisões e avaliações de resultados (SOARES *et al.*, 2000). Corrêa, Gianesi e Caon (1997), afirmam que as informações necessárias ao planejamento da produção devem ser precisas, corretas e atualizadas. Estas necessidades dificilmente são supridas em ambientes onde as coletas de dados é feita através de apontamentos manuais que são digitados posteriormente.

Segundo Favaretto (2001), o controle da produção tem o objetivo de acompanhar a produção realizada, para que seja comparada com o planejamento. O resultado do planejamento é aquilo que se deseja que seja realizado, porém, na prática, ocorrem problemas e outros eventos que impedem que o planejamento seja cumprido exatamente em todos os seus detalhes. Com o controle da produção, é possível saber aquilo que foi e não foi cumprido do planejamento.

Dentro do processo de controle da produção, existem atividades de controle relacionados aos equipamentos, as ordens de produção e componentes de produtos a serem produzidos. O planejamento ou funcionamento esperado são conhecidos, e são confrontados com os dados coletados durante o processo produtivo. O fluxo de informações é essencialmente de dados de controle, que refletem eventos ocorridos no momento ou recentemente (FAVARETTO, 2001).

A atividade de controlar equipamento é responsável por analisar o funcionamento dos equipamentos envolvidos no processo de produção, comparando-o com um padrão esperado. Os controles mais comuns estão relacionados ao funcionamento ou não, e paradas, tanto por quebras ou por manuseio incorreto por parte do operador. Para que este controle seja efetuado é necessário que existam sensores e coletores de dados no equipamento, e que os dados sejam coletados automaticamente ou com a mínima interferência humana. Neste caso específico, de interferência humana, só não vai ocorrer quanto este processo for desenvolvido em grandes empresas, onde suas máquinas e equipamentos possuem tecnologia necessária e suficiente para fazê-lo.

Outra atividade que requer coleta de dados é a atividade de controlar a produção de componentes de produtos. Neste atividade, são controlados alguns parâmetros da

produção dos componentes, como medidas, temperaturas, duração da produção entre outras características. Caso os valores coletados não estejam dentro de faixas permitidas, o componente do produto deve ser reavaliado e verificado se o mesmo será considerado um refugo ou não. E os equipamentos e operadores envolvidos no processo deverão ser também avaliados para que se possam identificar os pontos de falha, para sua correção.

A atividade de controlar as ordens de produção também utiliza dados coletados no chão de fábrica. Para tal, cada operação de produção deve ser identificada. Com a operação identificada e o conhecimento do programa de produção, é possível saber, por exemplo, se os prazos de produção de um determinado componente de produto é produzido no tempo adequado para o cumprimento do prazo da produção.

Os dados de controle, que indicam a comparação entre aquilo que foi planejado e aquilo que ocorreu devem ser registrados, para consultas e análises posteriores.

Para que seja possível efetuar uma análise daquilo que pode ser controlado nos controles aqui apresentados, será listado a seguir um resumo de cada atividade de controle mencionada anteriormente:

### **Controle de equipamentos**

Controla aspectos tecnológicos dos equipamentos de produção, assim como pode gerar informações sobre sua localização física. Podem ser controlados diversos parâmetros passíveis de serem obtidas informações, tais como: Vida útil do equipamento, posições e medidas, desgastes de componentes, entre outros.

Com estes controles é possível obter um histórico do comportamento e rendimento dos equipamentos, que permite que seja feito um acompanhamento do mesmo. Análises deste histórico podem permitir otimizações nos rendimentos dos custos das operações.

### **Controle de ordens de produção**

Controla as informações sobre as ordens de produção.

A realização desta atividade permite o acompanhamento dos programas de produção, sabendo quais operações de cada ordem já foram indicadas ou completadas. O apontamento geralmente é feito ao término de cada operação ou do turno de trabalho, sendo que as informações são registradas manualmente e necessitam serem digitadas para que estejam acessíveis para sistemas automatizados.

O registro destas informações permite a geração de um conhecimento sobre a produção, assim como a identificação de comportamentos que possam permitir otimizações e economias.

As principais informações geradas com esta atividade são relacionadas à situação de ordens de produção e suas respectivas operações. Estas são utilizadas para acompanhamento do programa de produção e dos planejamentos realizados. Também podem ser utilizadas para a geração de indicadores que permitam análises históricas ou estejam relacionadas ao cumprimento de metas e objetivos.

### **Controle de componentes de produtos**

Esta é uma atividade que gera informações para o controle da produção, especificamente em relação a cada componente de produto produzido em cada operação de produção.

Em empresas de manufatura discreta que trabalham com ordens de produção, não é usual este tipo de informação, pois usualmente este controle é feito para o lote ou operação completa, exceto em casos especiais de produtos com grande valor agregado, ou que requerem um rastreamento detalhado.

O objetivo deste controle é gerar informações que poderão ser utilizadas para obter um maior conhecimento da operação e do chão de fábrica.

As principais informações geradas são o horário de início e fim de cada operação, gerando o tempo de duração da produção do componente e a quantidade de componentes produzidos de forma adequada e os refugados.

## CAPÍTULO 3 – PLANEJAMENTO DO EXPERIMENTO

A primeira etapa do desenvolvimento deste experimento é a construção de modelos que auxiliaram no desenho dos cenários.

### 3.1 Modelos de Dados Utilizados

#### 3.1.1 Modelo Entidade-Relacionamento (ME-R)

Segundo Yourdon (1992), o Modelo Entidade-Relacionamento é um modelo em rede que descreve a diagramação dos dados armazenados de um sistema em alto nível de abstração.

Este modelo possui dois importantes componentes:

1. **Tipos de objetos (entidades):** são representados por um quadro retangular no diagrama de entidades-relacionamentos. Um tipo de objeto representa uma coleção, ou conjunto, ou objetos (coisas) do mundo real cujos membros desempenham um papel no sistema que está sendo desenvolvido. Eles podem ser identificados de forma única, podendo serem descritos por um ou mais fatos (atributos).

2. **Relacionamentos:** são representados por losangos no diagrama. Um relacionamento representa um conjunto de conexões ou associações, entre os tipos de objetos interligados por setas ao relacionamento.

Kimball (1998) afirma que modelos de dados Entidade-Relacionamento, que são tipicamente utilizados em sistemas transacionais, são um desastre para dispositivos de

pesquisa (*query*), porque eles não podem ser entendidos pelos usuários e não podem ser navegados, de forma útil, pelos *softwares* de gerenciamento de banco de dados.

### 3.1.2 Modelo Dimensional (MD)

Segundo Kimball (1998), os Modelos Dimensionais são os modelos que melhor se aplicam ao DW, pois é constituído de várias dimensões que giram em torno de um fato.

As definições a seguir estão baseadas em Kimball (1998), Han e Kamber (2001), Machado (2000), Inmon (1997) e Singh (1997).

Um **fato** é uma coleção de itens de dados, composta de dados de medidas (métricas) e de um contexto de negócios. Cada fato representa um item de negócio, uma transação de negócio ou um evento de negócios, e é utilizado para analisar o processo de negócios de uma empresa. O fato reflete a evolução dos negócios do dia-a-dia das empresas. A característica básica de um fato é que ele é representado por valores numéricos e constituem a tabela central nos modelos de DW: as tabelas de fatos.

As **dimensões** são elementos que participam de um fato, qualificando-o, localizando-o. As dimensões determinam o contexto em que o fato se encontra. Elas normalmente não possuem atributos numérico, pois são somente descritivas e classificatórias dos elementos participantes do fato. Exemplo de dimensões são: tempo, produto, ordem, operação. As tabelas de dimensões contêm **atributos** que descrevem cada dimensão. Os atributos devem ser textuais, discretos e são usados como fonte de restrições, como um período de tempo, por exemplo.

As **medidas** são atributos numéricos que representam um fato. Elas representam o desempenho de um indicador de negócios relativo às dimensões que

participam deste fato. As medidas geralmente estão localizadas como atributos nas tabelas de fatos.

Inmon (2000) afirma que as tabelas de dimensões contêm muito menos dados do que as tabelas de fatos. Tabelas de fatos contêm a maioria das ocorrências de dados, sendo estes quase que exclusivamente numéricos. As tabelas de dimensões possuem os dados alfabéticos.

### **3.2 Metodologia adotada para o desenvolvimento do DW**

Como descrito no item 1.4 Metodologia de Pesquisa do Capítulo 1, o trabalho definirá a partir deste ponto a metodologia para o desenvolvimento de um DW, com dados de tabelas de um sistema transacional com o objetivo de analisar dados relacionados ao controle da produção.

Os passos definidos para o desenvolvimento do experimento, como mostrado na Figura 1, serão compostos da seguinte maneira:

#### **Etapa 1: Modelar o DW**

Nesta etapa será modelado o DW e apresentado o *Modelo Entidade-Relacionamento* (ME-R) de onde os dados originais serão extraídos, assim como também o *Modelo Dimensional* (MD).

As atividades que compõem esta etapa são:

- a) Identificar o assunto que será analisado;
- b) Identificar as tabelas dos sistemas transacionais envolvidos no processo, que podem ser representadas por um Modelo-Relacional – ME-R;
- c) Mapear os dados de origem;
- d) Identificar os indicadores (medidas) que serão analisados e as dimensões de análise;

e) Desenhar o Modelo Dimensional – MD, para uma melhor visualização e identificação dos dados que deverão ser utilizados no DW, onde o assunto a ser analisado, chamar-se-á *fato* ( a tabela fato possui as chaves das dimensões e as medidas).

**Etapa 2: Efetuar as atividades de Identificação, Localização e Tratamento (ILT)**

Esta etapa é composta pelas três atividades identificadas no próprio título da Etapa 2. Estas atividades são divididas em sub-atividades a serem desenvolvidas, são elas:

a) Atividade Identificar:

a1 - Definir os indicadores; e

a2 - Mapear a geração e/ou a coleta dos dados que geram os indicadores.

b) Atividade Localizar:

b1 - Mapear a forma de extração dos dados;

b2 - Mapear a frequência de atualização dos dados ; e

b3 - Mapear acesso aos dados.

c) Atividade Tratar:

c1 - Limpar os dados;

c2 - Substituir códigos;

c3 -Transformar valores do código. Esta transformação está relacionada com a granularidade que o DW irá trabalhar. Quanto maior a granularidade, maior o nível de detalhes e menor necessidade de transformar os dados; e

c4 - Converter tipos de dados, colocando os dados em uma mesma base métrica, pois os dados originais, podem estar em diferentes bases. Por exemplo: vendas de produtos por mês, produção de componentes por dia e compra de materiais por semana.

### **Etapa 3: Carregar o DW**

Esta etapa irá desenvolver o processo de povoamento do DW, através da inclusão dos dados extraídos, limpos e transformados das fontes originais no DW. Este povoamento ocorrerá a partir da execução de um processo em lote (*batch*), e somente dados novos serão inseridos. Normalmente, o DW possui um grande volume de dados e o armazenamento pode ser feito em um banco de dados dimensional ou relacional. Dentro do processo de carga de um DW a performance dos SI de origem não podem ser comprometidas.

### **Etapa 4: Criar as pesquisas OLAP**

Nesta etapa será gerado o ambiente de consultas do DW. Onde este ambiente deverá ter uma interface amigável e simples, onde o usuário pode construir suas consultas de acordo com suas necessidades ou intuição.

O objetivo desta metodologia é apresentar todo o processo de desenvolvimento de um DW através de determinadas etapas, para que ao final de sua aplicação se possa ter resultados a serem analisados, assim como, para que se possam replicar o experimento dentro de qualquer processo de produção, não se restringindo apenas ao processo de *Controle da Produção*.

## **3.3 Descrição do experimento**

Para atender ao objetivo proposto, será feito um experimento com a criação de um Data Warehouse específico para controle da produção. Este experimento

estará sendo desenvolvido de forma a apresentar o DW como ferramenta de auxílio à tomada de decisão em três cenários distintos.

Estes cenários terão seu grau de complexidade aumentado a partir do momento em que os experimentos estarão sendo desenvolvidos.

Os cenários terão as seguintes denominações:

Cenário Básico – Este cenário será composto pelos bancos de dados diretamente relacionados a sistemas transacionais de controle da produção. Tais bancos de dados, na verdade podem ser apenas algumas planilhas de controle de produção em níveis de chão de pequenas fábricas, sendo assim, a definição aqui apresentada é na verdade uma simulação de uma empresa que possua no mínimo algum SI para controlar sua produção e outras atividades da fábrica, possibilitando a utilização de outros bancos de dados para a formação deste cenário. Nada impede porém, que sejam utilizados simples planilhas de controle de produção.

Neste cenário, as análises serão efetuadas tomando-se por base somente as datas de produção do dia-a-dia. Não sendo levado em conta horizontes de datas mais longas.

Este cenário servirá para o controle só no nível de supervisão (chão de fábrica), não tomando decisões estratégicas e nem táticas com isso.

Para efeitos de definição, estes bancos de dados estão sendo identificados da seguinte forma:

- Banco de Dados *Registro de Controle* → Mantido e gerado pelo SI ou módulo de planejamento do processo produtivo.
- Banco de Dados *Operadores* → Geralmente este banco de dados é proveniente de um SI de Recursos Humanos, para controle e manutenção dos operadores.
- Banco de Dados *Produto* → Gerado e mantido pelo SI ou módulo de planejamento do processo produtivo.
- Banco de Dados *Ordem de Produção* → Este banco de dados geralmente é gerado pelo SI ou módulo de planejamento de vendas, onde as ordens são originariamente geradas, a partir da solicitação dos clientes aos vendedores.

*Cenário Expandido* – Assim como o *Cenário Básico*, este novo cenário, também será composto pelos bancos de dados diretamente relacionados a sistemas transacionais de controle da produção, porém serão acrescentados novos bancos de dados relativos ao processo de controle de produção. Acrescentando-se bancos de dados de Família de Produtos e Equipamentos. Da mesma forma que os bancos de dados apresentados no *Cenário Básico* podem ser apenas planilhas utilizadas através do MS Excel para controle da produção do chão de fábrica de uma pequena empresa, estes novos bancos de dados aqui apresentados podem também fazer parte desta mesma gama de planilhas.

Neste cenário os dados poderão ser analisados de maneira que poderão ser extraídas informações a níveis gerenciais, permitindo que decisões táticas sejam tomadas a partir das análises implementadas.

Para efeitos de definição, estes bancos de dados estão sendo identificados da seguinte forma:

- Banco de Dados *Família de Produtos* → Gerado e mantido por SI específico para gerenciamento da estrutura de produtos.
- Banco de Dados *Equipamentos* → Gerado e mantido pelo SI ou módulo de engenharia de produtos ou processo produtivo.

*Cenário Integrado* – Este cenário será composto por todas os bancos de dados apresentados no *Cenário Expandido*, ou seja, o *Cenário Integrado* será o somatório dos bancos de dados apresentados no *Cenário Básico* mais os bancos de dados apresentados no *Cenário Expandido*, sendo complementado por outros bancos de dados de outros módulos ou SI da empresa de maneiras a proporcionar aos decisores uma visão mais ampla das decisões que podem ser tomadas já a nível estratégico ou seja, novas direções poderão ser implementadas a partir da análise dos dados por parte da diretoria da empresa com base neste novo cenário.

Mais uma vez, vale ressaltar que estes bancos de dados podem continuar sendo simples planilhas ou, já em um nível mais elevado, sistemas transacionais operados em

pequenas empresa dentro de seus processos de controle da produção. Ou até mesmo estes bancos de dados podem ser originados em sistemas ERP.

Para efeitos de definição, estes bancos de dados estão sendo identificados da seguinte forma:

- Banco de Dados *Custos* → Gerado e mantido por SI específico para gerenciamento da estrutura de produtos.
- Banco de Dados *Preços de Vendas* → Gerado e mantido por SI ou módulo específico de gerenciamento da estrutura financeira.
- Banco de Dados *Clientes* → Gerado e mantido por SI ou módulo de cadastro de clientes.
- Banco de Dados *Vendedores* → Geralmente este banco de dados é proveniente de um SI de Recursos Humanos.
- Banco de Dados *OP. X Clientes* → Gerado e mantido por SI específico para gerenciamento de compras e vendas.
- Banco de Dados *OP. X Vendedores* → Gerado e mantido por SI específico para gerenciamento de compras e vendas.

## **CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DO DW**

### **4.1 Cenário Básico**

#### **4.1.1 Descrição do Cenário Básico**

Para a criação do *Cenário Básico*, serão utilizados dados obtidos a partir da simulação de um processo produtivo discreto, específico para a produção de 4 (quatro) produtos. Cada ordem de produção possui uma única operação. Para a realização de cada operação existem 16 (dezesesseis) equipamentos disponíveis. Vinte operadores se encarregam de todas as operações.

Para cada operação é feito um controle que gera um registro específico, armazenado no banco de dados de controle da produção. Neste registro estão presentes, vários dados que são demonstrados de forma individualizada na Tabela 10.

Foi feita uma simulação para um conjunto de 235 ordens de produção, através do preenchimento de tabelas no MsExcel, contendo todos os campos necessários para atender a todas as tabelas definidas. Estes dados possuem uma duração e quantidades seguindo distribuições estatísticas, de preenchimento de dados aleatórios fornecidos pelo próprio aplicativo MsExcel.

Cada rodada da simulação corresponde a um dia de produção e gera os respectivos registros de controle. Esses dados são carregados (uma vez por dia) no DW posteriormente, permitindo análises históricas. A partir destes bancos de dados será feita a carga inicial do DW, através do qual o processo produtivo será então simulado.

A seguir é apresentado o projeto do DW, seguindo os objetivos propostos, que irá direcionar as análises de controle da produção e implementação do mesmo para este primeiro cenário – *Cenário Básico*.

#### 4.1.2 Etapa 1 – Modelar o DW

Serão apresentados dois modelos significativos que permitam a compreensão da aplicação: modelo entidade-relacional (ME-R) para a estrutura de dados e o modelo dimensional (MD) para o DW.

Para o desenvolvimento em questão é apresentado o ME-R na Figura 5. Procurou-se retratar uma estrutura de dados real, que pode ser encontrada em ambientes que utilizem um único sistema integrado (como o ERP – *Enterprise Resources Planning*) ou que utilizem mais de um sistema de informações, ou mesmo somente controles em planilhas eletrônicas.

Nas Tabelas 8, 9, 10 e 11, estarão sendo apresentados a descrição dos atributos das entidades apresentadas no ME-R.

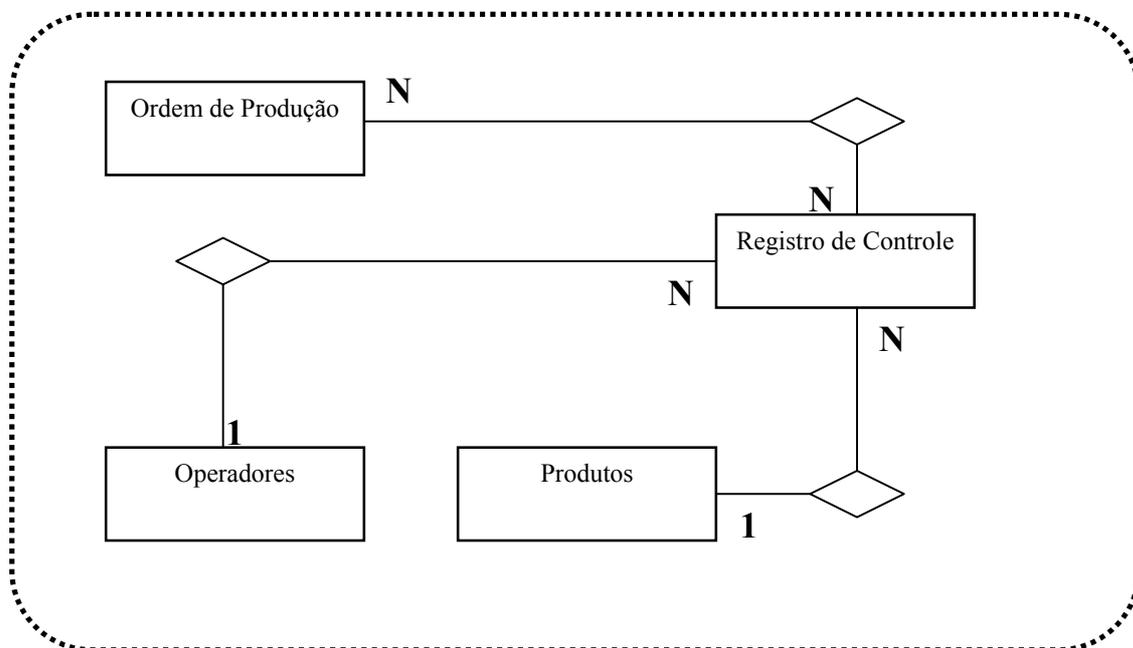


Figura 6 - Modelo Entidade-Relacionamento do Cenário Básico.

Fonte: Autor

A seguir serão apresentadas as entidades descritas no modelo apresentado na Figura 6, com seus respectivos atributos.

Tabela 8 – Descrição dos atributos da entidade Ordem de Produção.

<b>Tabela Ordem de Produção</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_ordem	X	Código de identificação da ordem de produção
id_componente		Identificação do componente do produto
quant_planejada		Quantidade de componentes

		planejados para serem produzidos
dt_lib_ordem		Data de liberação da ordem de produção
dt_entrega		Data de entrega

Fonte: Autor.

Tabela 9 – Descrição dos atributos da entidade Operadores.

<b>Tabela Operadores</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_operador	X	Código de identificação do operador
n_operador		Nome do Operador

Fonte: Autor.

Tabela 10 – Descrição dos atributos da entidade Registro de Controle.

<b>Tabela Registro de Controle</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_operação	X	Código da operação
id_ordem		Código da ordem da produção
id_componente		Código de identificação do componente do produto
id_operador		Código de identificação do operador
id Equipamento		Código de identificação do equipamento
quant_planejada		Quantidade de produtos planejados para serem produzidos
quant_boas		Quantidade de produtos produzidos aprovados
quant_refugadas		Quantidade de produtos refugados
data		Data da produção do produto

duração		Duração em horas da produção do produto
---------	--	---

Fonte: Autor.

Tabela 11 – Descrição dos atributos da entidade Produtos.

<b>Tabela Produtos</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_produto		Código de identificação do produto
id_componente	X	Identificação do componente do produto
n_produto		Nome do produto
n_produto		Nome do componente

Fonte: Autor

Estas bases podem ser mantidas em um ambiente informatizado, utilizando-se de SI sofisticados ou mesmo através de simples planilhas. Porém o que é importante destacar é que a base para os relacionamentos é a entidade (banco de dados ou tabela) de *Registro de Controle*, que gerencia os dados mencionados anteriormente. Existe um relacionamento com a entidade *Ordem de Produção*, através da qual é iniciado o processo de produção, onde existirão várias ordens de produção relacionadas a vários registros de controle. Para cada registro de controle tem-se apenas um único operador relacionado, porém cada operador poderá estar relacionado a vários registros de controle. A entidade *Operadores*, possui a descrição (nome) de cada operador envolvido no processo produtivo.

A entidade *Produtos* possui o código do produto para a identificação do componente do produto presente no registro de controle. A entidade *Produtos* possui também um atributo para o nome do produto e outro para o nome do componente deste produto.

O Modelo Dimensional (MD) é utilizado para fazer uma representação geral do DW, permitindo visualizar as dimensões e as medidas de análise

consideradas. Neste modelo não é considerada estrutura dos dados existentes, visto que isto poderia limitar as análises das medidas. Após o desenvolvimento deste modelo é feito um mapeamento dos dados necessários e das transformações que os mesmos devem sofrer para permitir as análises representadas no MD.

Este modelo é apresentado na Figura 7.

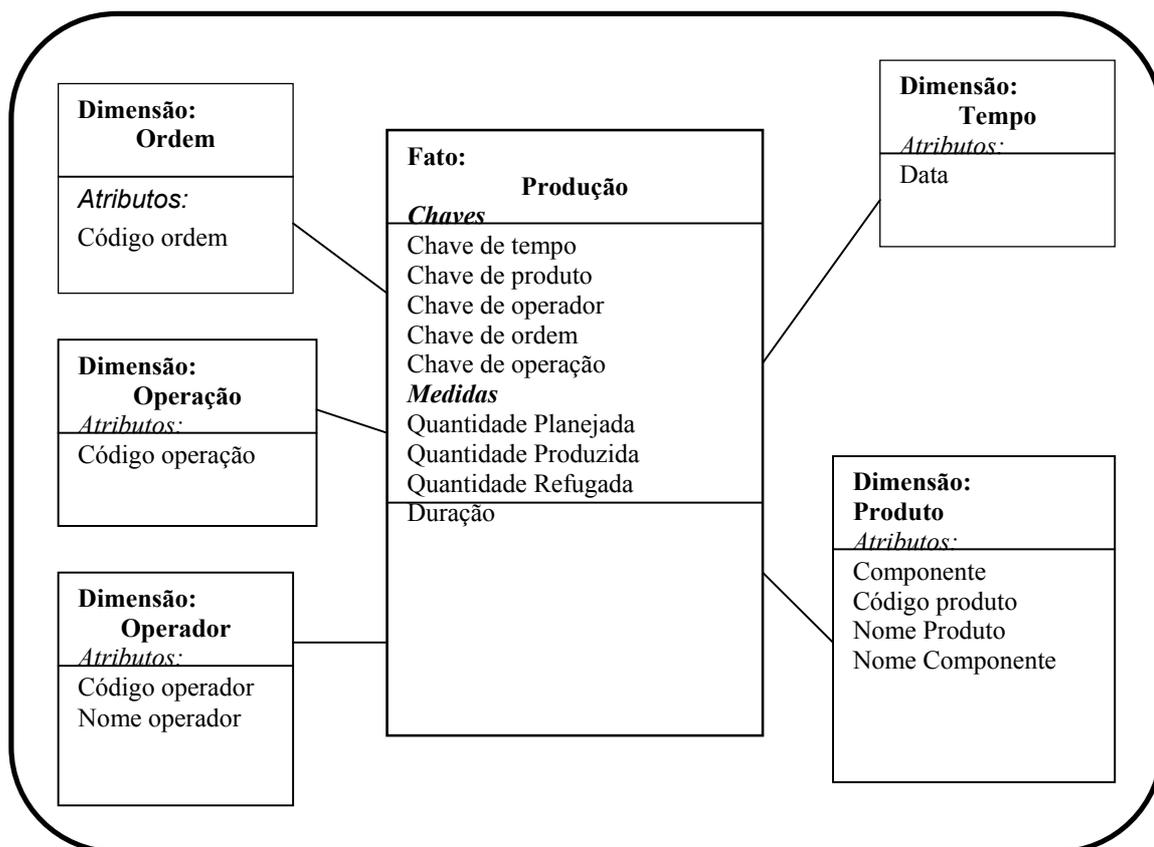


Figura 7 – Modelo dimensional utilizado para o desenvolvimento da aplicação (Cenário Básico)

Fonte: Autor.

O DW permite a análise de medidas através de algumas dimensões. As medidas consideradas para análise do controle da produção são (todas relacionadas com uma operação de determinada ordem de produção): quantidade planejada, quantidade produzida, quantidade refugada e duração. Conforme descrito no Capítulo 2, item 2.3, essas medidas estão diretamente ligadas à atividade de controle de ordens de produção, uma vez que as informações geradas a partir dos dados coletados durante

essa atividade possibilitam a análise das medidas aqui apontadas permitindo a geração de um conhecimento sobre a produção, assim como a identificação de comportamentos que possam permitir otimização e economias no processo produtivo.

Entre as dimensões de análise temos *Ordem*, *Operador* e *Operação*. Isso significa dizer que se pode analisar qualquer uma das medidas definidas por essas dimensões, ou combinações de dimensões. Por exemplo: podem ser analisados a quantidade planejada e a duração para o conjunto de ordens executadas por um determinado operador. Outra dimensão é o *Produto*, que permite a análise das medidas para os componentes de um produto específico.

Outra dimensão para análise, que geralmente está presente em todo DW é a dimensão Tempo, onde são efetuadas as análises das medidas para intervalos de tempo.

Favaretto (2005) afirma que os sistemas transacionais não suportam plenamente todas as análises possíveis em um DW, pois são limitados a uma única dimensão (temporal) e não são integrados com outros sistemas e fontes de dados.

Sendo assim, pode-se afirmar que as medidas escolhidas servirão para auxiliar os gerentes operacionais e administrativos na tomada de decisão sobre o controle da produção.

Com os modelos definidos é necessário realizar as atividades relacionadas à criação do DW. A partir de então, surge a necessidade de se caminhar para a etapa 2, descrita no item a seguir.

#### 4.1.3 Etapa 2 – Efetuar o ILT

##### **Identificar**

Foram identificados os dados que serão necessários para a criação do DW que atenda às necessidades dos gerentes na obtenção de dados para análise da situação do acompanhamento do controle da produção.

Os dados necessários à criação do Data Warehouse e criação dos indicadores, encontram-se nas tabelas (banco de dados) descritas abaixo:

- Tabela de Ordens de Produção
- Tabela de Operadores
- Tabela de Produtos
- Tabela Registros de Controle

As medidas necessárias para análise do ambiente, no acompanhamento do controle da produção, a partir do MD apresentado na Figura 7, são os seguintes:

*Quantidade Planejada* → Servirá para medir a quantidade (em unidades)

planejada de produção dos itens, verificando se o que foi planejado foi efetivamente produzido.

*Quantidade Produzida* → Servirá para medir a produção de peças boas, em unidades.

*Quantidade Refugada* → Esta medida servirá para que se possa estabelecer a diferença entre o que foi planejado e o que realmente foi produzido com qualidade, em unidades.

*Duração* → Esta medida servirá para medir o tempo de duração da fabricação de uma peça, em horas.

## Localizar

As tabelas estão localizadas em planilhas MS Excel, conforme ilustrações apresentadas através das Figuras 8, 9, 10, 11 e 12.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>id_ordem</b>	<b>id_componente</b>	<b>quant_planejada</b>	<b>dt_lib_ordem</b>	<b>dt_entrega</b>		
2	Ord2303	1BB	412	01/11/04	07/11/04		
3	Ord2611	2AB	609	02/11/04	08/11/04		
4	Ord2636	3BB	1381	03/11/04	09/11/04		
5	Ord2909	2AB	380	04/11/04	10/11/04		
6	Ord2129	1AA	993	05/11/04	11/11/04		
7	Ord2181	3BB	1338	06/11/04	12/11/04		
8	Ord2239	1B	459	07/11/04	13/11/04		
9	Ord2452	2B	880	08/11/04	14/11/04		
10	Ord2855	1AB	60	09/11/04	15/11/04		
11	Ord2885	4AB	279	10/11/04	17/11/04		
12	Ord2914	2AB	619	11/11/04	18/11/04		
13	Ord2944	3B	238	12/11/04	19/11/04		
14	Ord2003	1B	428	13/11/04	20/11/04		
15	Ord2084	4AA	637	14/11/04	21/11/04		
16	Ord2111	3B	387	15/11/04	22/11/04		
17	Ord2113	2AA	499	16/11/04	23/11/04		
18	Ord2612	4AA	116	17/11/04	27/11/04		

Figura 8 – Tabela de Ordem de Produção.

Fonte: Autor.

Microsoft Excel - Tabelas do Cenário Básico

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

H22 =

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>id_operador</b>	<b>n_operador</b>						
2	Operador_0	João Pessoa						
3	Operador_1	Barbosa Sobrinho						
4	Operador_2	Madalena Dantas						
5	Operador_3	Regina Azevedo						
6	Operador_4	Marta Lisboa						
7	Operador_5	Pedro Assunção						
8	Operador_6	Reginaldo Lemos						
9	Operador_7	Francisco da Silva						
10	Operador_8	Miguel Albuquerque						
11	Operador_9	Fátima de Souza						
12	Operador_10	Márcio Tavares						
13	Operador_11	Jessé Gomes						
14	Operador_12	Tadeu Mattos						
15	Operador_13	Maria Aparecida						
16	Operador_14	Dioclécio de Oliveira						
17	Operador_15	Paulo Martins						
18	Operador_16	Fernanda Nataniel						

Ordem Produção Operadores Produtos Reg. Controle (Histórico) Reg. Controle (Prox)

Pronto NUM

15:54

Figura 9 – Tabela de Operadores.

Fonte: Autor.

Microsoft Excel - Tabelas do Cenário Básico

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

F33 =

	A	B	C	D	E	F
1	<b>id_produto</b>	<b>id_componente</b>	<b>n_produto</b>	<b>n_componente</b>		
2	Produto_1	1A	Produto Mínimo	Componente 1A		
3	Produto_1	1AA	Produto Mínimo	Componente 1AA		
4	Produto_1	1AB	Produto Mínimo	Componente 1AB		
5	Produto_1	1B	Produto Mínimo	Componente 1B		
6	Produto_1	1BB	Produto Mínimo	Componente 1BB		
7	Produto_2	2A	Produto Médio	Componente 2A		
8	Produto_2	2AA	Produto Médio	Componente 2AA		
9	Produto_2	2AB	Produto Médio	Componente 2AB		
10	Produto_2	2B	Produto Médio	Componente 2B		
11	Produto_2	2BB	Produto Médio	Componente 2BB		
12	Produto_3	3A	Produto Regular	Componente 3A		
13	Produto_3	3AA	Produto Regular	Componente 3AA		
14	Produto_3	3AB	Produto Regular	Componente 3AB		
15	Produto_3	3B	Produto Regular	Componente 3B		
16	Produto_3	3BB	Produto Regular	Componente 3BB		
17	Produto_4	4A	Produto Máximo	Componente 4A		
18	Produto_4	4AA	Produto Máximo	Componente 4AA		

Ordem Produção Operadores **Produtos** Reg. Controle (Histórico) Reg. Controle (Prox)

Pronto NUM

13:46

Figura 10 – Tabela de Produtos.

Fonte: Autor.

	A	B	C	D	E	F	G
1	id_operação	id_ordem	id_componente	id_operador	id Equipamento	quant planejada	qua
2		1 Ord945	2A	Operador_7	Equip-29	103	
3		2 Ord636	3BB	Operador_11	Equip-30	1381	
4		3 Ord1303	1BB	Operador_8	Equip-29	412	
5		4 Ord611	2AB	Operador_9	Equip-34	609	
6		5 Ord909	2AB	Operador_14	Equip-29	380	
7		6 Ord885	4AB	Operador_6	Equip-28	279	
8		7 Ord1129	1AA	Operador_8	Equip-29	993	
9		8 Ord855	1AB	Operador_6	Equip-30	60	
10		9 Ord944	3B	Operador_1	Equip-28	238	
11		10 Ord1239	1B	Operador_14	Equip-32	459	
12		11 Ord914	2AB	Operador_15	Equip-32	619	
13		12 Ord1452	2B	Operador_12	Equip-29	880	
14		13 Ord1181	3BB	Operador_0	Equip-31	1338	
15		14 Ord1111	3B	Operador_5	Equip-29	387	
16		15 Ord1612	4AA	Operador_14	Equip-32	116	
17		16 Ord1084	4AA	Operador_14	Equip-29	637	
18		17 Ord572	4AB	Operador_15	Equip-30	444	

Figura 11 – Tabela de Registro de Controle - Histórico.

Fonte: Autor.

	A	B	C	D	E	F	G
1	id_operação	id_ordem	id_componente	id_operador	id Equipamento	quant planejada	qua
2		153 Ord2049	4AA	Operador_5	Equip-28	577	
3		154 Ord2870	4AA	Operador_12	Equip-28	690	
4		155 Ord2750	4A	Operador_3	Equip-30	224	
5		156 Ord2603	1AB	Operador_0	Equip-31	1245	
6		157 Ord21102	1B	Operador_9	Equip-30	889	
7		158 Ord2567	1A	Operador_7	Equip-31	295	
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

Figura 12 – Tabela de Registro de Controle – Próximo Dia.

Fonte: Autor.

## Tratar

Para o tratamento dos dados, será efetuada a movimentação das tabelas identificadas e localizadas, conforme mostram as Figuras 8, 9, 10, 11 e 12, as quais serão copiadas para o MS Access, para que se possa efetuar o relacionamento entre estas tabelas.

Nas Figuras 13 e 14 serão apresentadas as tabelas criadas no MS Access de acordo com a estrutura de cada tabela pertencente ao Cenário Básico e seus respectivos relacionamentos.

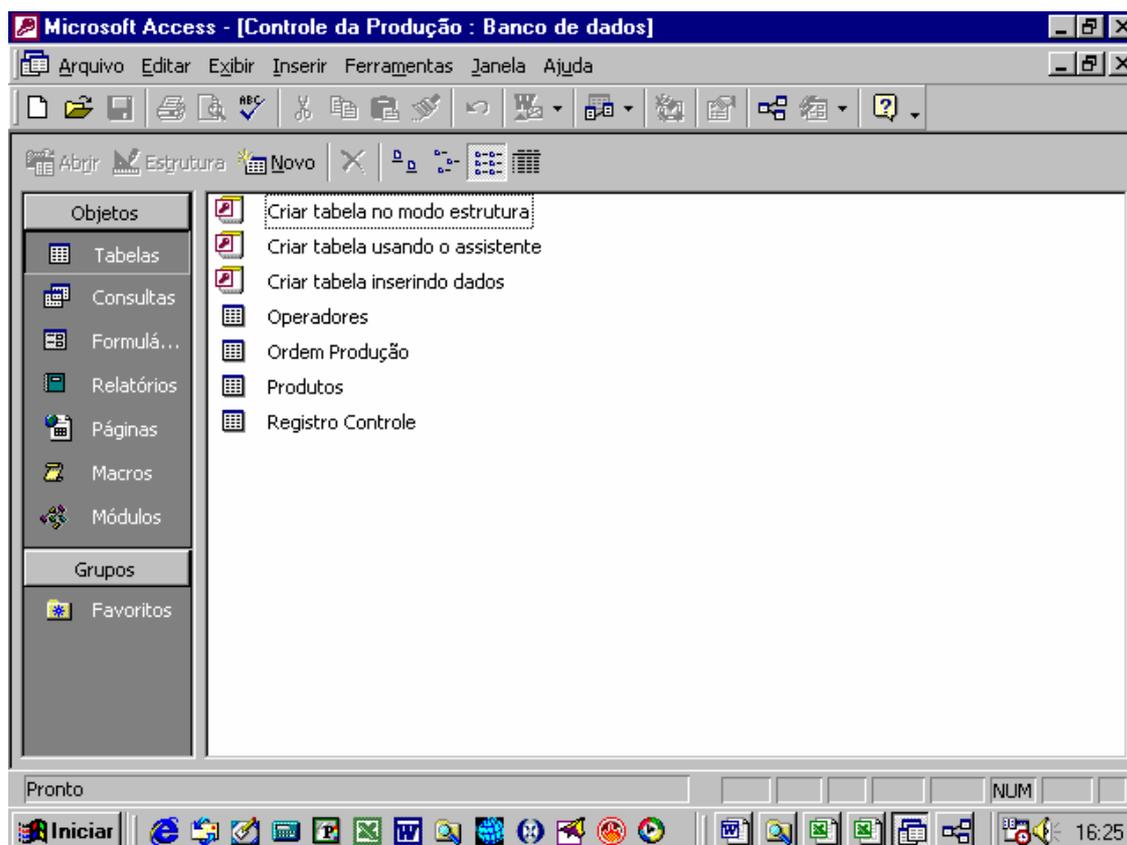


Figura 13 – Bases de dados do MS Access, com as tabelas inseridas.

(Cenário Básico)

Fonte: Autor.

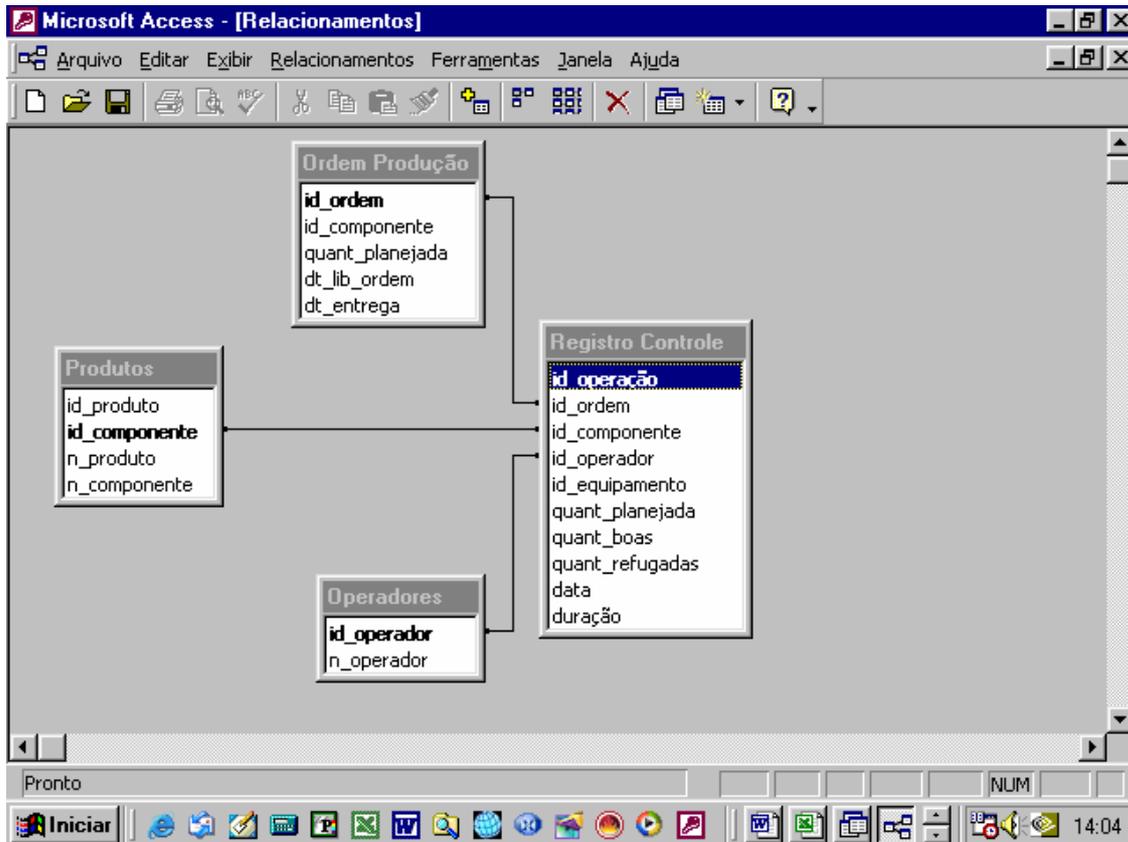


Figura 14 – Relacionamento entre as tabelas no MS Access.  
(Cenário Básico)  
Fonte: Autor.

#### 4.1.4 Etapa 3 – Carregar o DW

A carga do DW se dá através da criação de uma tabela dinâmica no MS Excel, onde são carregados os dados já migrados e tratados na base do MS Access.

Estes procedimentos de carga são efetuados através da utilização da Função de Criação de Tabela Dinâmica no MS Excel, através da Opção: Dados e Relatório de Tabela Dinâmica.

#### 4.1.5 Etapa 4 – Criar as pesquisas OLAP

Nesta etapa são analisadas as pesquisas OLAP, estabelecidas a partir do MD para o Cenário Básico. As figuras 15, 16 e 17 apresentam algumas análises possíveis de serem aplicadas para os dados que compõem as tabelas deste cenário.

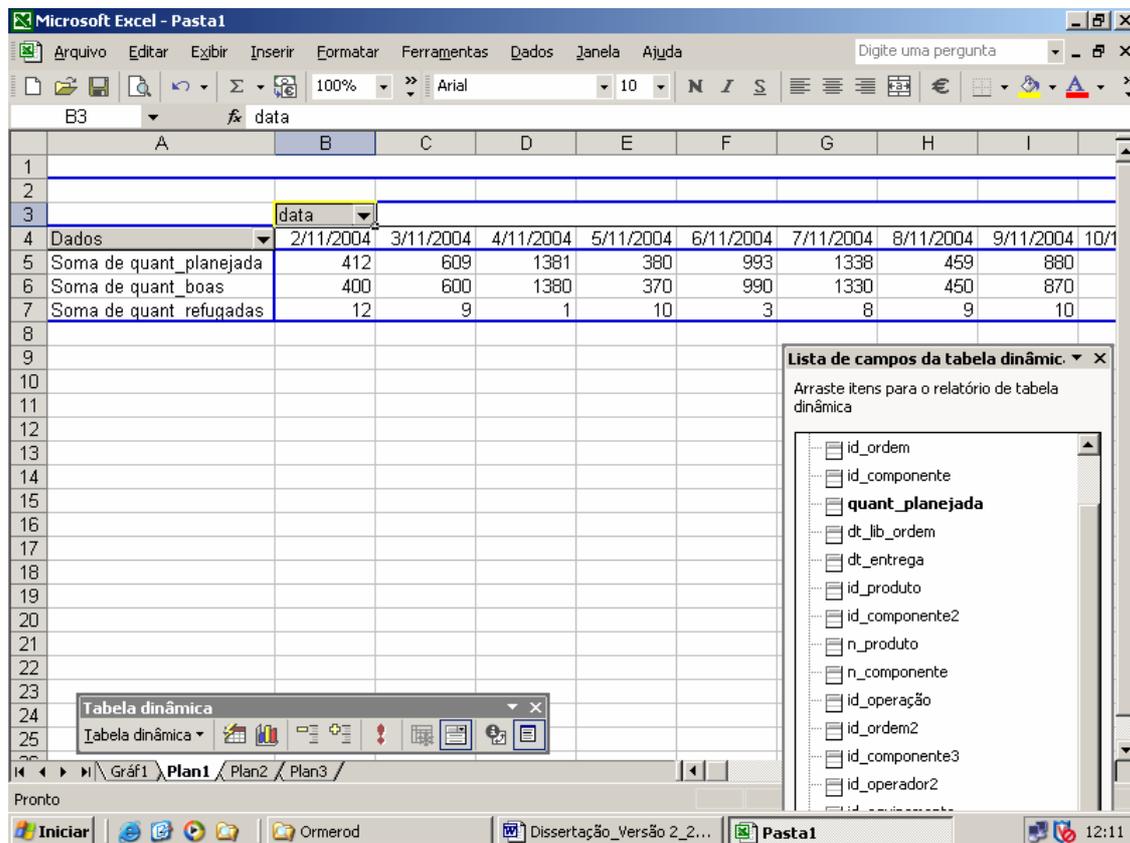


Figura 15 – Consulta OLAP - Análise das medidas *Quantidade Planejada*, *Produzida e Refugada*, pelo atributo *data* da dimensão *Tempo*.  
 Fonte: Autor.

A partir da análise demonstrada acima, é possível observar as quantidades de componentes de produtos que foram produzidos, separados por peças boas e refuqadas, por data de produção.

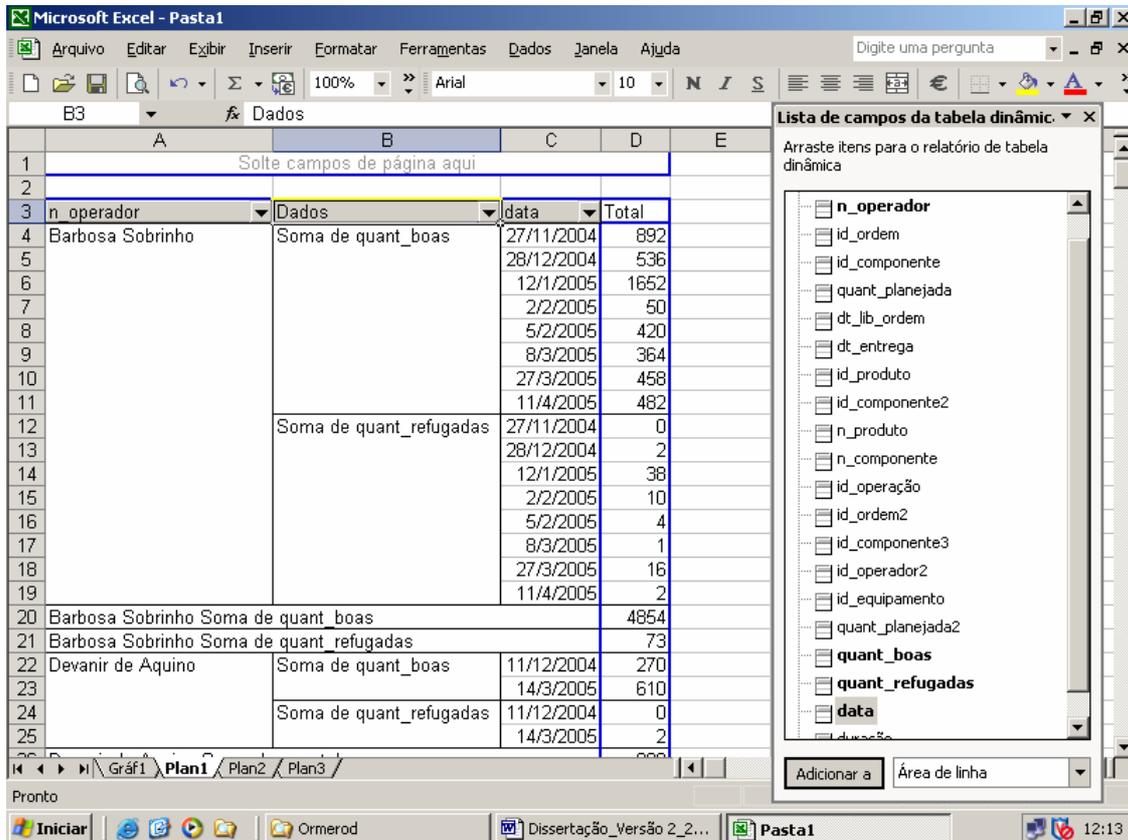


Figura 16 – Consulta OLAP - Análise das medidas *Quantidade Produzida* e *Refugada*, pelo atributo *nome operador* da dimensão *Operador* e pelo atributo *data* da dimensão *Tempo*.

Fonte: Autor.

A Figura 16 apresenta uma análise das quantidades de componentes de produtos produzidas por operador e por data. Estas quantidades tanto são as produzidas, quanto as refugadas. Pode-se notar também que para cada operador é identificado o total de peças produzidas, tanto boas quanto refugadas.

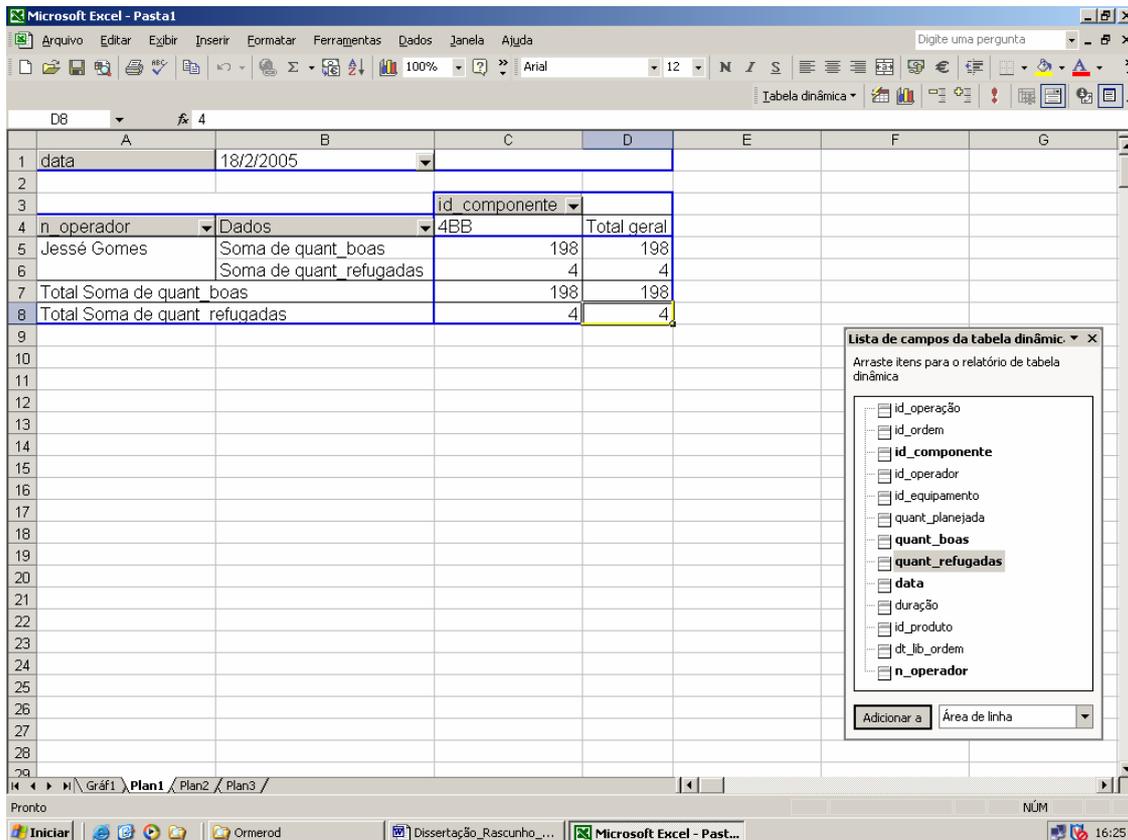


Figura 17 – Consulta OLAP - Análise das medidas *Quantidade Produzida e Refugada*, pelo atributo *nome operador* da dimensão *Operador*, pelo atributo *data* da Dimensão *Tempo* e pelo atributo *componente* da dimensão *Produto*.

Fonte: Autor.

A partir da Figura 17, pode-se analisar as quantidades de componentes de produtos produzidos e refugados por operador, identificando-se quais componentes de produtos foram produzidas por uma data específica.

Este tipo de análise é chamada de SLICE, pois por meio desta análise é possível selecionar uma dimensão de um cubo, resultando em um “subcubo”.

A partir destas análises pode-se verificar que existem inúmeras formas de se estar criando novas consultas para satisfazer o decisor em sua necessidade de buscar novas alternativas de análises.

A seguir, serão apresentados os dados e informações que compõem o próximo cenário, que é o *Cenário Expandido*.

## 4.2 Cenário Expandido

### 4.2.1 Descrição do Cenário Expandido

Para a criação do *Cenário Básico*, foram utilizados dados obtidos a partir da simulação de um processo produtivo discreto, específico para a produção de 4 (quatro) produtos, já descritos no item 4.1.1. Para a criação do *Cenário Expandido*, também serão utilizados dados gerados a partir de uma simulação de um processo produtivo discreto. Porém, neste novo cenário serão acrescentados dados referentes à família de produtos e também dados sobre a localização dos equipamentos envolvidos no processo de produção, para que o decisor envolvido neste processo produtivo possa identificar a qual família de produtos pertence àquele componente de produto e também, onde e em que equipamento este componente foi produzido. Este decisor poderá também, agregar os produtos em famílias para análises mais abrangentes, necessárias para análises em níveis hierárquicos superiores.

Assim como no *Cenário Básico*, no *Cenário Expandido* cada ordem de produção possui uma única operação. Para a realização de cada operação existem 16 (dezesseis) equipamentos disponíveis. Vinte operadores se encarregam de todas as operações.

Para cada operação é feito um controle que gera um registro específico, armazenado no banco de dados de controle da produção. Neste registro estão presentes, vários dados que são demonstrados de forma individualizada na Tabela 10.

Para as mesmas 235 ordens de produção, utilizados no *Cenário Básico*, acrescentam-se os dados referentes às tabelas de Família de Produtos e de Equipamentos. Estas novas tabelas também serão criadas e preenchidas no MS Excel.

Estes novos dados permitirão a integração necessária para uma análise ampliada. Um destes bancos de dados faz o relacionamento entre o equipamento, a linha de produção, o departamento e a planta, formando uma hierarquia dos locais de produção. O último banco de dados utilizado identifica a família de produtos e a descrição dos mesmos, visto que no registro de controle existe somente o código do componente do produto.

Da mesma forma como foi desenvolvido o processo de simulação de controle da produção para o *Cenário Básico*, para o *Cenário Expandido* a carga inicial do DW será feita a partir destes bancos de dados. O processo produtivo será então simulado. Cada rodada da simulação corresponde a um dia de produção e gera os respectivos registros de controle. Esses dados são carregados (uma vez por dia) no DW posteriormente, permitindo análises históricas.

A seguir é apresentado o projeto do DW proposto, que irá direcionar as análises de controle da produção e implementação do mesmo para o *Cenário Expandido*.

#### 4.2.2 Etapa 1 – Modelar o DW

Para o *Cenário Expandido*, serão apresentados o modelo entidade-relacionamento (ME-R) para a estrutura de dados e o modelo dimensional (MD) para o DW.

Nas Tabelas 12 e 13 serão apresentadas a descrição dos atributos das entidades Equipamentos e Famílias, que complementam o *Cenário Expandido*, a partir do *Cenário Básico*, apresentadas no ME-R na Figura 18.

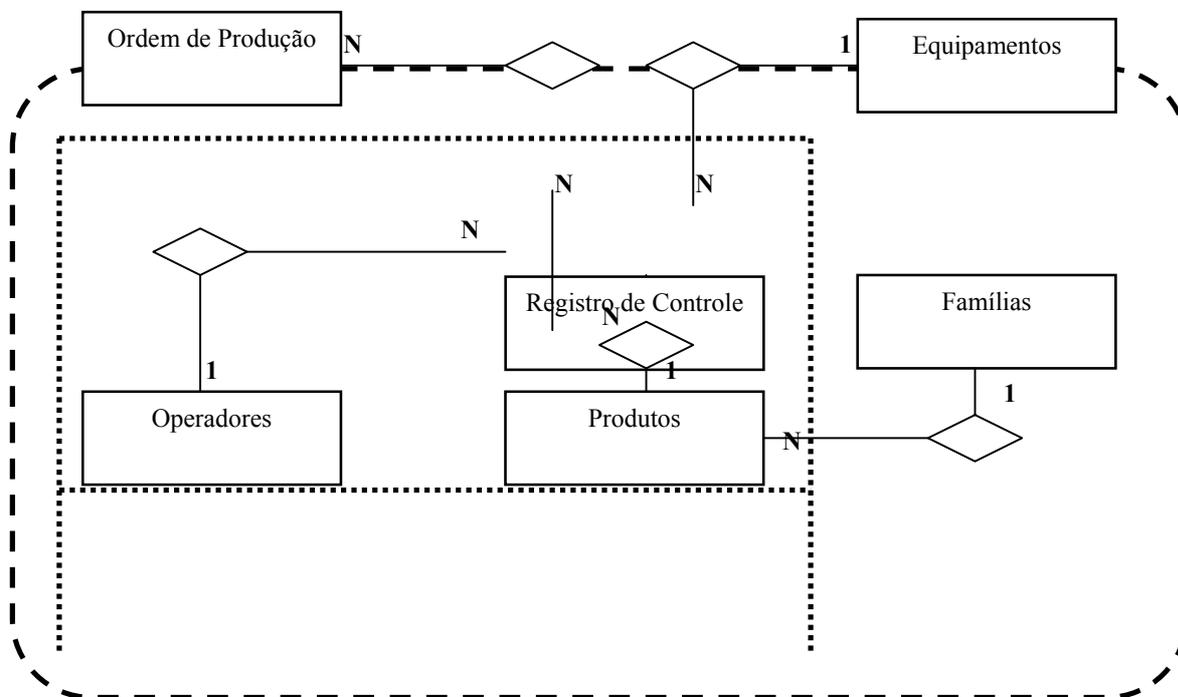


Figura 18 - Modelo Entidade-Relacionamento apresentado no desenvolvimento da aplicação, para o *Cenário Expandido*.

Fonte: Autor

Na Figura 18, o quadrado pontilhado apresenta as entidades envolvidas apenas com o *Cenário Básico*, já o quadrado tracejado, apresenta as entidades que foram agregadas ao *Cenário Básico*, para formação do *Cenário Expandido*.

Nas Tabelas 12 e 13 serão apresentadas as entidades de Equipamentos e Famílias de Produtos, descritas no modelo apresentado na Figura 18, com seus respectivos atributos.

Tabela 12 – Descrição dos atributos da entidade Famílias.

Tabela Famílias de Produtos		
Campos	Chave	Descrição
id_produto	X	Código de identificação do produto a ser produzido
Id_família		Código de identificação da família de um produto
desc_família		Descrição da família

Fonte: Autor.

Tabela 13 – Descrição dos atributos da entidade Equipamentos.

Tabela Equipamentos		
Campos	Chave	Descrição

id_equipamento	X	Código de identificação do equipamento
n_equipamento		Nome do equipamento
id_linha		Identificação da linha de produção
id_depto		Identificação do departamento da linha de produção
id_planta		Identificação da planta do equipamento

Fonte: Autor.

Para o *Cenário Expandido*, além das entidades e relacionamentos já descritos no *Cenário Básico*, através da Figura 6, existe também a entidade Equipamentos, através da qual é possível efetuar a ligação entre o equipamento e a sua hierarquia dos locais de produção, através da identificação da linha, departamento e planta de produção. São no total 16 equipamentos que compõem a tabela de equipamentos, onde a hierarquia dos locais de produção é composta por seis linhas, três departamentos e duas plantas. Outra entidade é a *Família de Produtos* que liga o produto a uma família de produtos e suas respectivas descrições.

O Modelo Dimensional (MD) permite visualizar as dimensões e as medidas de análise consideradas. Neste modelo serão consideradas as estruturas dos dados existentes, para que se possa expandir as análises das medidas. Após o desenvolvimento deste modelo é feito um mapeamento dos dados necessários e das transformações que os mesmos devem sofrer para permitir as análises representadas no MD.

Este modelo é apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Modelo dimensional utilizado para o desenvolvimento da aplicação (Cenário Expandido)

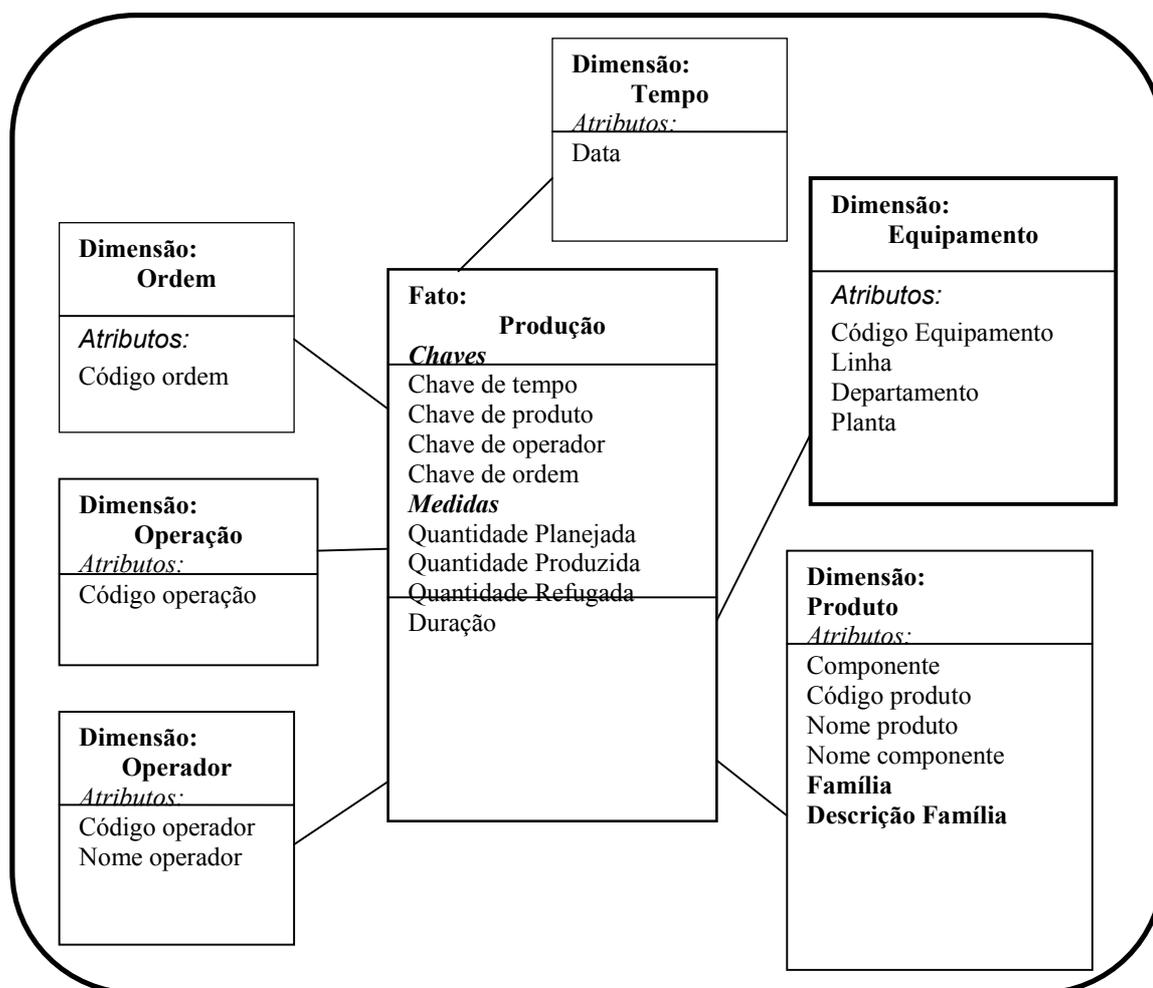
Fonte: Autor.

Como já foi visto anteriormente, o DW permite a análise de medidas através de algumas dimensões. Para o *Cenário Expandido*, nota-se que as medidas são as mesmas apresentadas no *Cenário Básico*, acrescentando-se uma nova dimensão e alguns novos atributos.

Uma das novas dimensões está relacionada à entidade *Equipamentos* que foi agregada para este novo cenário, criando a possibilidade de diferentes análises pelos decisores no processo de controle da produção.

Esta nova dimensão é composta pelos atributos equipamento, linha, departamento e planta, que possibilitam a identificação do local em que um determinado componente foi produzido.

Conforme visto no Capítulo 2, item 2.3, pode-se notar que, através destas análises é possível obter um histórico do comportamento e rendimento dos



equipamentos, permitindo um acompanhamento do mesmo durante o processo produtivo. Análises deste histórico podem permitir otimizações nos rendimentos dos custos das operações.

Dois novos atributos foram adicionados a dimensão *Produto*, estes novos atributos são a *família*, que possibilitará a identificação da família do produto produzido e sua respectiva descrição.

Esta nova dimensão, a dimensão *Equipamento*, está destacada com uma linha mais larga e os novos atributos da dimensão *Produto* estão em negrito para destaque das demais.

A criação deste novo cenário, o Cenário Expandido, poderá auxiliar os gerentes operacionais e administrativos na tomada de decisão sobre o controle da produção, visto que estas novas dimensões e atributos possibilitarão uma análise em um nível com mais informações, possibilitando que novas análises sejam agregadas a este novo cenário. Uma vez que através do *Cenário Expandido*, será possível identificar a hierarquia de produção de um determinado componente, identificando assim, qual o local de produção pode estar gerando um maior número de itens refugados, por exemplo.

Nota-se que, com a implementação do *Cenário Expandido*, as decisões estão crescendo de nível de análise, ou seja, as decisões vistas no *Cenário Básico* estavam ligados ao nível operacional. Agora, através do *Cenário Expandido*, pode-se obter uma análise a nível tático, onde os tomadores de decisão poderão analisar de forma mais completa os dados apresentados no DW.

A partir da definição dos modelos e identificação das novas dimensões e atributos, torna-se necessário que se passe para a etapa 2, no sentido de Identificar, Localizar e Tratar os dados para a criação do DW.

#### 4.2.3 Etapa 2 – Efetuar o ILT

##### **Identificar**

Foram identificados os dados que serão necessários para a formação do DW e criação dos indicadores do *Cenário Expandido*. Além das tabelas do Cenário Básico, existem as tabelas listadas abaixo, que compõem este novo cenário:

- Tabela de Equipamentos
- Tabela de Famílias de Produtos

Os indicadores deste novo cenário são os mesmos já identificados no Cenário Básico, onde uma breve explicação sobre os mesmos encontra-se no item 4.1.3.

A partir deste ponto, passa-se para o tratamento dos dados necessários para a criação e/ou complementação do DW em questão.

##### **Localizar**

As tabelas estão localizadas em planilhas MS Excel, conforme ilustração apresentada através das Figuras 20 e 21.

Microsoft Excel - Tabelas do Cenário Expandido

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

H24 =

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>id_producto</b>	<b>id_familia</b>	<b>descricao_familia</b>				
2	Produto_1	Familia_A	Nome_familia_nova				
3	Produto_2	Familia_B	Nome_familia_boa				
4	Produto_3	Familia_A	Nome_familia_nova				
5	Produto_4	Familia_C	Nome_familia_média				
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

Pronto

14:51

Figura 20 – Tabela de Famílias.  
Fonte: Autor.

Microsoft Excel - Tabelas do Cenário Expandido

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

H36 =

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>id equipamento</b>	<b>nome equipamento</b>	<b>id linha</b>	<b>id depto</b>	<b>id planta</b>			
2	Equip-21	Nome_equipa_1	Linha_1	Depto_X	Planta_A			
3	Equip-22	Nome_equipa_2	Linha_1	Depto_X	Planta_A			
4	Equip-23	Nome_equipa_3	Linha_1	Depto_X	Planta_A			
5	Equip-24	Nome_equipa_4	Linha_2	Depto_X	Planta_A			
6	Equip-25	Nome_equipa_5	Linha_2	Depto_X	Planta_A			
7	Equip-26	Nome_equipa_6	Linha_2	Depto_X	Planta_A			
8	Equip-27	Nome_equipa_7	Linha_3	Depto_Y	Planta_A			
9	Equip-28	Nome_equipa_8	Linha_3	Depto_Y	Planta_A			
10	Equip-29	Nome_equipa_9	Linha_3	Depto_Y	Planta_B			
11	Equip-30	Nome_equipa_10	Linha_4	Depto_Y	Planta_B			
12	Equip-31	Nome_equipa_11	Linha_4	Depto_Y	Planta_B			
13	Equip-32	Nome_equipa_12	Linha_4	Depto_Y	Planta_B			
14	Equip-33	Nome_equipa_13	Linha_5	Depto_Z	Planta_B			
15	Equip-34	Nome_equipa_14	Linha_5	Depto_Z	Planta_B			
16	Equip-35	Nome_equipa_15	Linha_6	Depto_Z	Planta_B			
17	Equip-37	Nome_equipa_16	Linha_6	Depto_Z	Planta_B			
18								

Pronto

14:51

Figura 21 – Tabela de Equipamentos.

Fonte: Autor.

### Tratar

Para o tratamento dos dados, será efetuada a movimentação das tabelas identificadas e localizadas, conforme mostram as Figuras 20 e 21, as quais serão copiadas para o MS Access, para que se possa efetuar o relacionamento entre estas tabelas.

Nas Figuras 22 e 23 estão sendo apresentadas as tabelas criadas no Access de acordo com a estrutura de cada tabela pertencente ao *Cenário Básico*, acrescentando-se as tabelas referentes ao *Cenário Expandido* e seus respectivos relacionamentos.

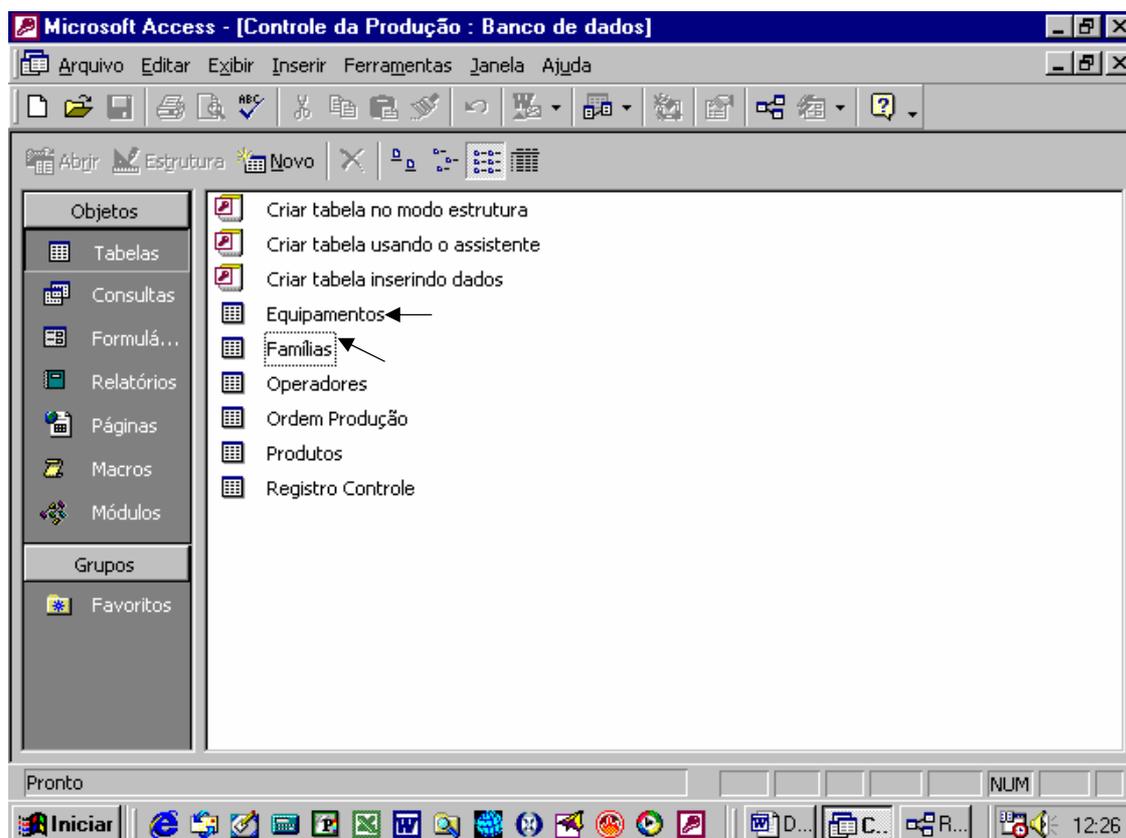


Figura 22 – Bases de dados do MS Access, com as tabelas inseridas.  
(Cenário Expandido)

Fonte: Autor.

Na Figura 22, estão destacadas as duas novas tabelas agregadas ao Cenário Básico, para formação do Cenário Expandido. Estas tabelas são a de *Famílias* e *Equipamentos*, destacadas pelas setas desenhadas na figura.

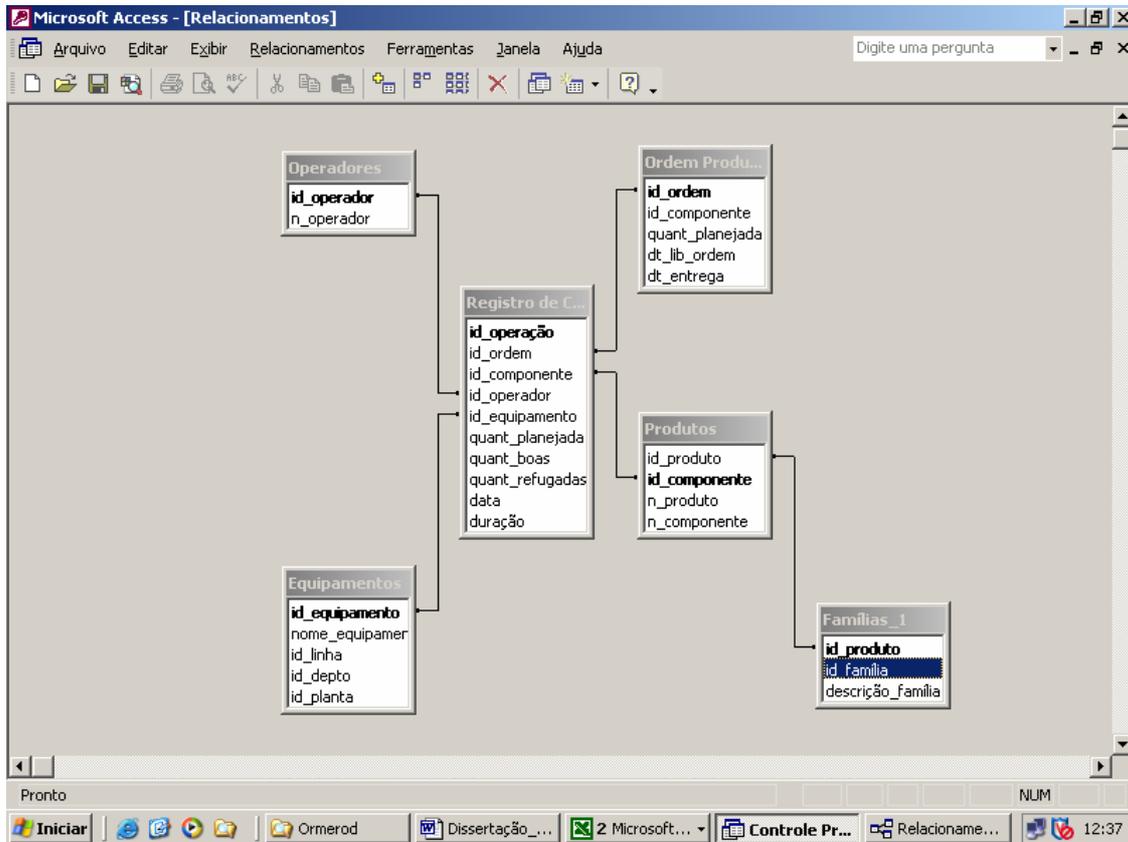


Figura 23 – Relacionamento entre as tabelas no MS Access. (Cenário Expandido)

Fonte: Autor.

#### 4.2.4 Etapa 3 – Carregar o DW

A carga do DW se dá através da criação de uma tabela dinâmica no MS Excel, onde são carregados os dados já migrados e tratados na base do MS Access.

Estes procedimentos de carga são efetuados através da utilização da Função de Criação de Tabela Dinâmica no MS Excel, através da Opção: Dados e Relatório de Tabela Dinâmica.

#### 4.2.5 Etapa 4 – Criar as pesquisas OLAP

Nesta etapa são analisadas as pesquisas OLAP, estabelecidas a partir do MD para o Cenário Básico. As Figuras 24, 25, 26 e 27 apresentam algumas análises possíveis de serem aplicadas para os dados que compõem as tabelas deste cenário.

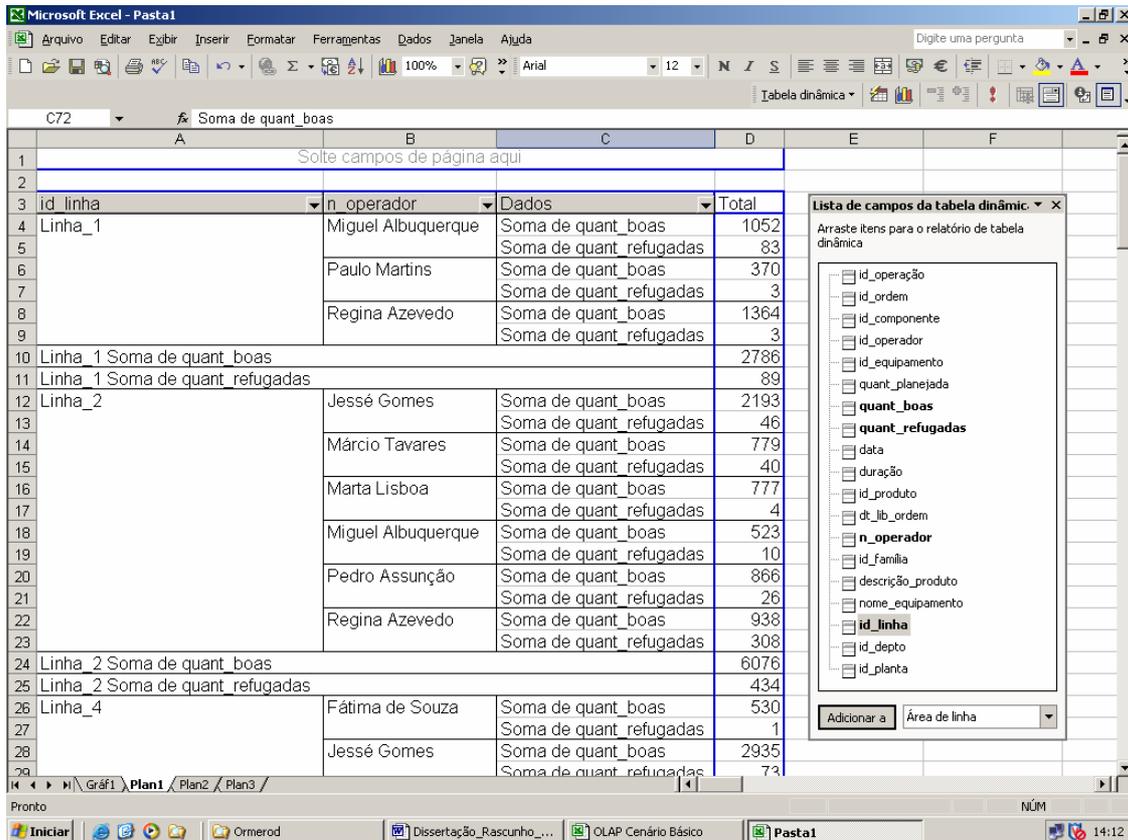


Figura 24 – Consulta OLAP - Análise das medidas *Quantidade Produzida* e *Refugada*, pelo atributo *nome operador* da dimensão *Operador* e pelo atributo *linha* da dimensão *Equipamento*.

Fonte: Autor.

Pode-se observar, a partir da análise demonstrada na Figura 24, que é possível identificar em que linhas de produção estão alocados os operadores e quais as quantidades de componentes produzidos e refugados. Assim como a soma por linhas e por operadores.

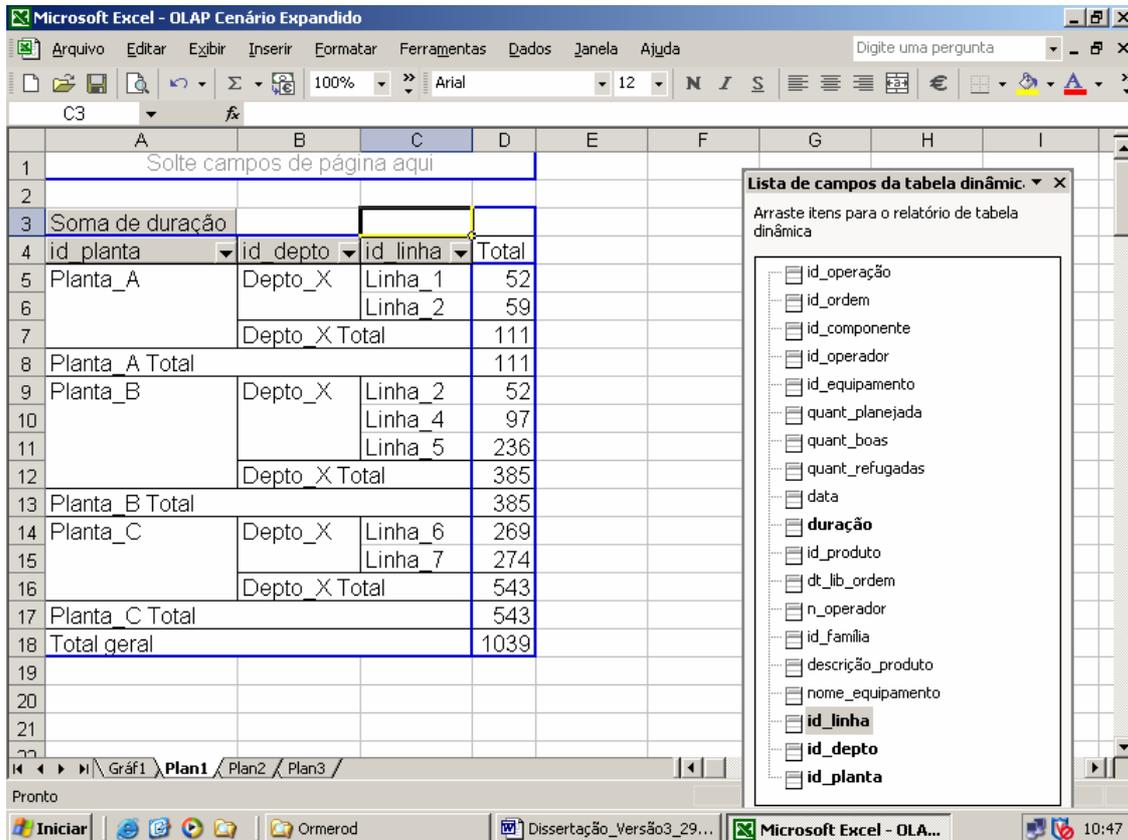


Figura 25 – Consulta OLAP - Análise da medida *Quantidade Produzida*, pelos atributos *linha*, *departamento* e *planta* da dimensão *Equipamento*.

Fonte: Autor.

A Figura 25 apresenta a possibilidade de se analisar as quantidades de componentes produzidos dentro da hierarquia dos locais de produção, identificando qual a quantidade exata de produtos produzidos em cada linha, departamento e planta.

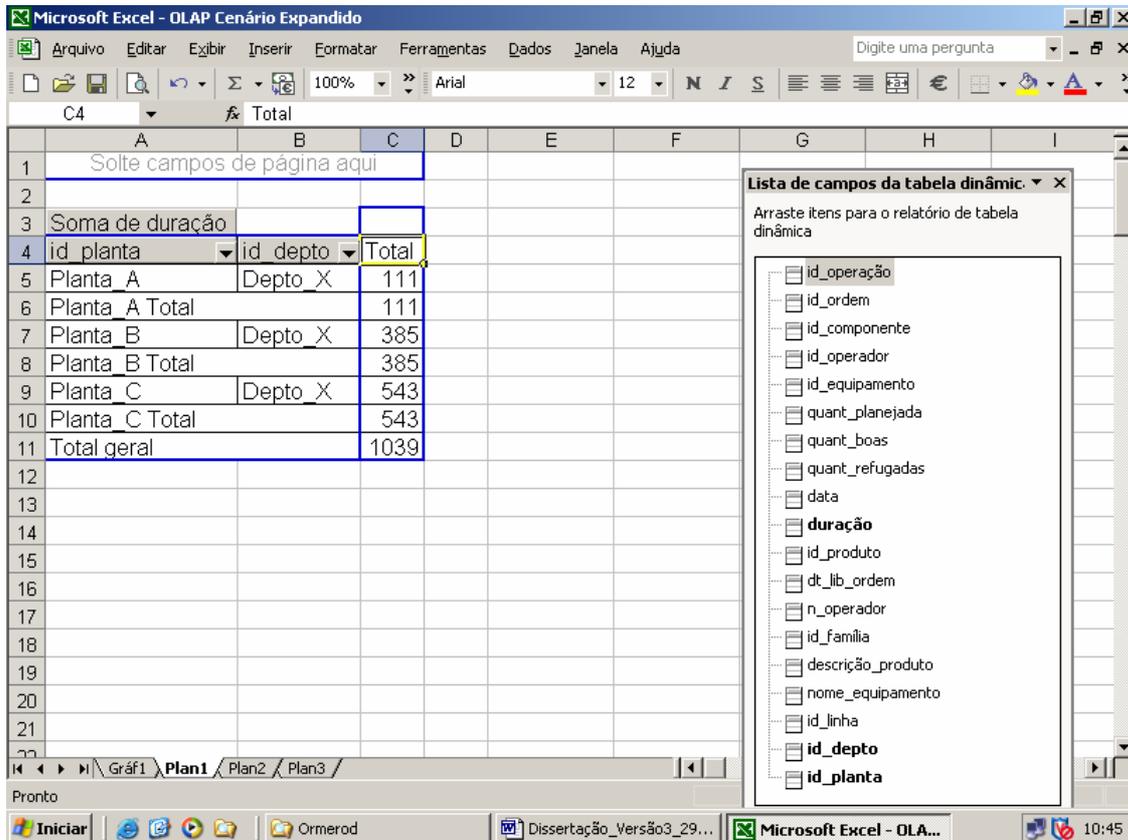


Figura 26 – Consulta OLAP - Análise da medida *Quantidade Produzida*, pelos atributos *departamento* e *planta* da dimensão *Equipamento*.

Fonte: Autor.

A partir da mesma consulta OLAP, demonstrada na Figura 25, pode-se observar que é possível utilizar a operação Roll-Up que efetua uma agregação de dados permitindo escalar do nível mais baixo para o nível mais alto na hierarquia dos locais de produção, que estão sendo demonstrados através dos atributos, *departamento* e *planta* da dimensão *Equipamento*.

Soma de duração	id família			
n operador	Família A	Família B	Família C	Total geral
Barbosa Sobrinho	50	3	18	71
Devanir de Aquino		12		12
Dioclécio de Oliveira	39	18	39	96
Fátima de Souza	67	57	28	152
Fernanda Nataniel	5	10	22	37
Francisco da Silva	124	33	47	204
Jessé Gomes	111	67	24	202
João Pessoa	31	4	3	38
Madalena Dantas	14	18		32
Márcio Tavares	65	68	34	167
Maria Aparecida	70	51		121
Marta Lisboa	80	43	61	184
Miguel Albuquerque	75	43	32	150
Paulo Martins	36	19	41	96
Pedro Assunção	59	27	56	142
Regina Azevedo	35	26	14	75
Reginaldo Lemos	177	75	55	307
Tadeu Mattos	96	17	82	195
<b>Total geral</b>	<b>1134</b>	<b>591</b>	<b>556</b>	<b>2281</b>

Figura 27 – Consulta OLAP - Análise da medida *Duração*, pelo atributo *código operador* da dimensão *Operador* e pelo atributo *família* da dimensão *Produto*.

Fonte: Autor.

A Figura 27 mostra a duração de produção das famílias de produtos existentes neste processo de produção, por operador. Possibilitando um comparativo entre o tempo de produção de cada operador em função das famílias de produtos produzidos.

Uma outra forma de visualizar os tempos de produção dos produtos é apresentado na Figura 28, que mostra, graficamente a duração de produção dos operadores pelas famílias de produtos.

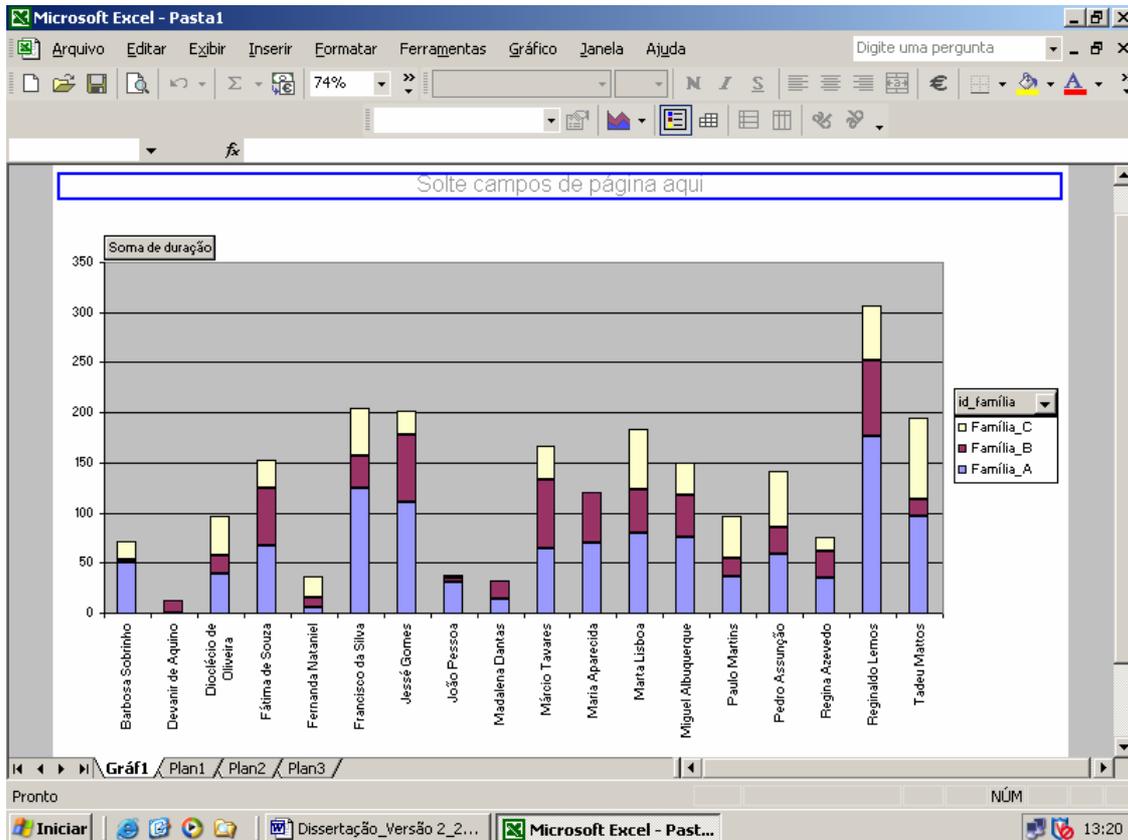


Figura 28 – Gráfico da Consulta OLAP - Análise da medida *Duração*, pelo atributo *código operador* da dimensão *Operador* e pelo atributo *família* da dimensão *Produto*.  
Fonte: Autor.

As análises apresentadas neste cenário, mostram que existem várias formas de se efetuar consultas para que as necessidades dos decisores possam ser satisfeitas na busca por novas alternativas de análise do que ocorre no dia-a-dia da produção.

A seguir, são apresentados os dados e informações que compõem o próximo cenário, que é o *Cenário Integrado*.

### 4.3 Cenário Integrado

#### 4.3.1 Descrição do Cenário Integrado

Para a criação do *Cenário Integrado*, também serão utilizados dados obtidos a partir da simulação de um processo produtivo discreto, específico para a produção de 4 (quatro) produtos e demais dados já descritos no itens 4.1.1 e 4.2.1. Porém, neste novo

cenário serão acrescentados dados referentes aos Clientes, Vendedores, Preços de Venda e Valores de Custo dos Componentes dos Produtos. A intenção é permitir aos decisores, neste processo de controle de produção, uma ampla visão de todo o processo produtivo, desde o pedido solicitado pelo cliente, passando pelo vendedor, identificando os custos dos produtos solicitados e seus respectivos valores de venda, para identificação do lucro aferido para cada produto e/ou componente produzido.

Assim como no *Cenário Expandido*, que é um complemento do *Cenário Básico*, no *Cenário Integrado*, cada ordem de produção possui uma única operação. Para a realização de cada operação existem 16 (dezesesseis) equipamentos disponíveis, 8 (oito) vendedores definidos e 20 (vinte) operadores se encarregam de todas as operações.

O número de clientes nesta simulação será limitado a 30 (trinta), para que se possa obter um bom número de combinações entre pedidos solicitados e componentes produzidos.

Para cada operação é feito um controle que gera um registro específico, armazenado no banco de dados de controle da produção. Neste registro estão presentes, vários dados que são demonstrados de forma individualizada na Tabela 14. Esta tabela representa a tabela inicial do Registro de Controle acrescida dos dados referentes a identificação dos vendedores e clientes.

Para as mesmas 235 ordens de produção, utilizados no *Cenário Expandido*, estarão sendo acrescentados os dados referentes às tabelas de Vendedores, Clientes, Custos e Valores de Venda.

Estas novas tabelas também serão criadas e preenchidas no MS Excel.

Um detalhe importante é que serão acrescentados na tabela de Controle de Registros os dados referentes aos Vendedores e Clientes, na mesma base de 235 (duzentos e trinta e cinco) ordens de produção.

Estes novos dados permitirão a integração necessária para uma análise posterior de forma mais profunda.

Da mesma forma como foi desenvolvido o processo de simulação de controle da produção para o *Cenário Expandido*, para o *Cenário Integrado* a carga inicial do DW será feita a partir destes bancos de dados. O processo produtivo será então simulado. Cada rodada da simulação corresponde a um dia de produção e gera os respectivos registros de controle. Esses dados são carregados (uma vez por dia) no DW posteriormente, permitindo análises históricas.

Para que se possam criar novos atributos na dimensão tempo para uma melhor análise, estará sendo criada uma nova tabela de Datas. Esta nova tabela de Datas irá possuir como atributos valores de datas, mês e anos correspondentes aos dados de datas referentes a Tabela de Registro de Controle.

A seguir é apresentado o projeto do DW proposto, que irá direcionar as análises de controle da produção e implementação do mesmo para o *Cenário Integrado*.

#### 4.3.2 Etapa 1 – Modelar o DW

Assim como foram apresentados o modelo entidade-relacional (ME-R) para a estrutura de dados e o modelo dimensional (MD) para a criação do DW, nos Cenários Básico e Integrado. Da mesma forma, no *Cenário Integrado*, serão apresentados os modelos ME-R e MD para a criação do DW neste terceiro cenário.

Será apresentado na Figura 29 o ME-R e na Figura 30 o MD para o Cenário Integrado.

Será apresentado ainda, nas Tabelas 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 a descrição dos campos das tabelas de Custos, Vendas, Clientes, Vendedor, Op. X Clientes, Op. X Vendedores e Datas, respectivamente. Estas tabelas complementam o *Cenário Integrado* apresentada no ME-R da Figura 29.

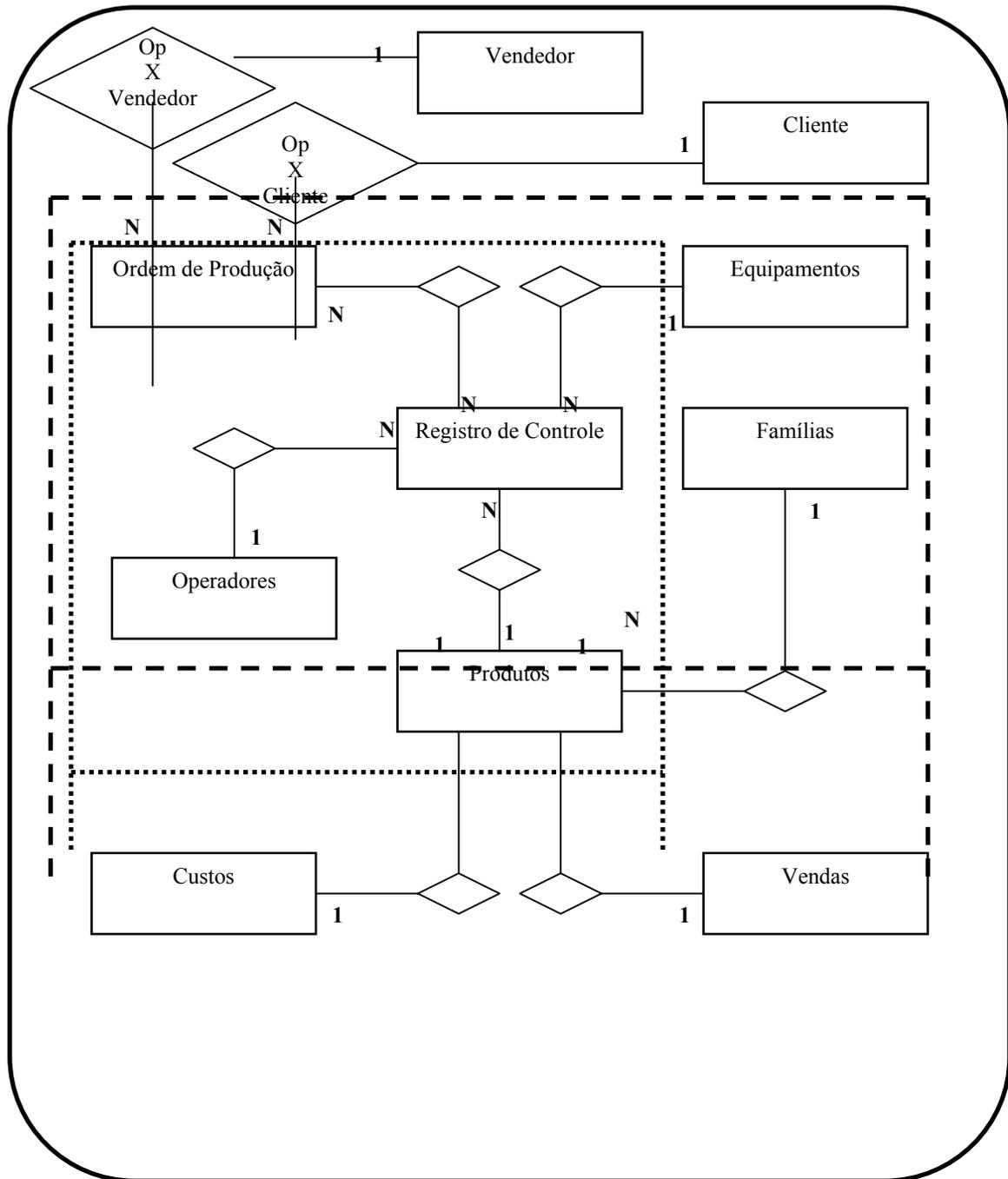


Figura 29 - Modelo Entidade-Relacionamento apresentado no desenvolvimento da aplicação, para o *Cenário Integrado*.

Fonte: Autor

Na Figura 29, o quadrado pontilhado apresenta as entidades envolvidas apenas com o *Cenário Básico*, já o quadrado tracejado, apresenta as entidades que foram agregadas ao *Cenário Básico*, para formação do *Cenário Expandido*. E para complementar os cenários estudados, o *Cenário Integrado* está delimitado pela linha contínua.

Tabela 14 – Descrição dos atributos da entidade Custos.

<b>Tabela Custos</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_produto	X	Código de identificação do produto a ser produzido
id_componente		Identificação do componente do produto
custo_produto		Custo unitário do Produto.

Fonte: Autor.

Tabela 15 – Descrição dos atributos da entidade Preço de Vendas.

<b>Tabela Preço de Vendas</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_produto	X	Código de identificação do produto a ser produzido
id_componente		Identificação do componente do produto
preço_produto		Preço de Venda do Produto.

Fonte: Autor.

Tabela 16 – Descrição dos atributos da entidade Clientes.

<b>Tabela Clientes</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_cliente	X	Código de identificação do Cliente.
nome_cliente		Nome ou Razão Social do Cliente.
cidade_cliente		Cidade do Cliente.
estado_cliente		Estado do Cliente.

Fonte: Autor.

Tabela 17 – Descrição dos atributos da entidade Vendedor.

<b>Tabela Vendedor</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_vendedor	X	Código de identificação do Vendedor.
nome_vendedor		Nome do Vendedor.
Filial		Filial onde o Vendedor está lotado.
cidade_vendedor		Cidade do Vendedor.
estado_vendedor		Estado do Vendedor.

Fonte: Autor.

Tabela 18 – Descrição dos atributos da entidade OP. X Clientes.

<b>Tabela OP. X Clientes</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_ordem	X	Código de identificação da ordem de produção
id_cliente		Código de identificação do Cliente.

Fonte: Autor.

Tabela 19 – Descrição dos atributos da entidade OP. X Vendedores.

<b>Tabela OP. X Vendedores</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
id_ordem	X	Código da ordem da produção
id_vendedor		Código de identificação do Vendedor.

Fonte: Autor.

Tabela 20 – Descrição dos atributos da entidade Datas.

<b>Tabela Datas</b>		
<b>Campos</b>	<b>Chave</b>	<b>Descrição</b>
Data	X	Data da solicitação da ordem do pedido.
Mês		Mês da solicitação da ordem do pedido.
Ano		Ano da solicitação da ordem do pedido.

Fonte: Autor.

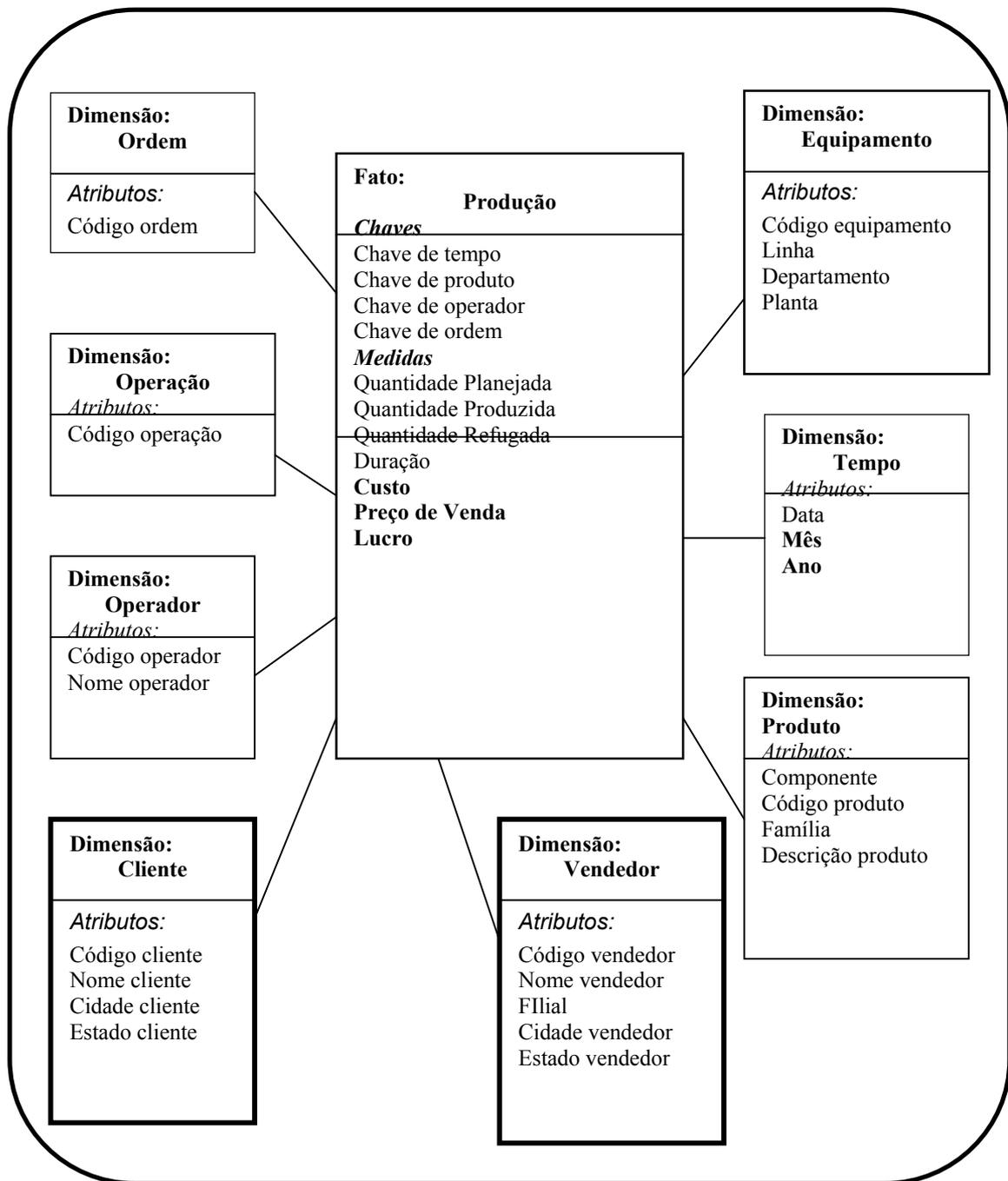
Assim como no Cenário *Básico e Expandido*, a base para os relacionamentos no *Cenário Integrado* é a entidade (banco de dados ou tabela) de *Registro de Controle*. Existe um relacionamento com a entidade *Ordem de Produção*, através da qual é iniciado o processo de produção. Neste cenário, será avaliado também, o relacionamento da entidade de *Produtos* com as entidades *Custos* e *Vendas*, através dos quais poderão ser analisados tanto os custos de produção de um determinado produto, assim como o valor de venda destes produtos, podendo-se chegar ao lucro.

Pode-se notar que o relacionamento entre as entidades *Custos* e *Vendas* com a entidade *Produtos* é de um para um, em função da necessidade de se obter os valores de custo e de venda dos produtos. Isto se faz necessário para que o decisor, quando da análise dos dados possa ter uma visão do lucro aferido pelas vendas da empresa.

Outras dimensões que poderão ser observadas através deste cenário, serão a dimensão *Vendedor*, onde através da qual poderá ser observado qual o número de vendas alcançadas por um determinado vendedor ou filial. Ou ainda, pela dimensão *Cliente*, poderão ser analisados os casos em que o mesmo cliente efetua inúmeros pedidos ao longo de um determinado mês.

Para aumentar as possibilidades de análise a partir deste novo cenário, serão criados novos atributos na dimensão tempo, onde poderão ser analisados ocorrências de produção por mês e/ou por ano.

O Modelo Dimensional (MD) permite visualizar as dimensões e as medidas de análise consideradas. Neste modelo serão consideradas as estruturas dos dados existentes, para que se possa expandir as análises das medidas, a partir dos dados já existentes, incluindo novos dados para ampliação do escopo de análise. Após o desenvolvimento deste modelo é feito um mapeamento dos dados necessários e das



transformações que os mesmos devem sofrer para permitir as análises representadas no MD.

Este modelo é apresentado na Figura 30.

Figura 30 – Modelo dimensional utilizado para o desenvolvimento da aplicação. (Cenário Integrado)

Fonte: Autor.

Para o Cenário Integrado, nota-se que foram incluídas novas medidas, novas dimensões e também novos atributos para a dimensão Tempo, já existente no Cenário Expandido.

Estas novas medidas e dimensões podem acrescentar novas variações no processo de análise dos dados do DW montado a partir das bases descritas anteriormente, para este cenário.

Estas novas dimensões foram atribuídas neste cenário para que se pudesse obter uma visão a nível estratégico, quanto ao processo de análise das medidas, uma vez que, através destas novas dimensões e medidas, pode-se analisar o comportamento do processo produtivo a partir de uma ótica diferenciada, ou seja, é possível analisar todo o cenário produtivo através da quantidade de vendedores com participação ativa no processo produtivo, por exemplo. Outras análises possíveis de serem desenvolvidas estão relacionadas as diversas formas diferenciadas de pesquisa dos dados, tais como: localização dos clientes que efetuam os pedidos para identificação das linhas de produção; identificação do montante do custo dos componentes produzidos em um determinado equipamento, em um determinado período de tempo; o total do preço de venda obtido por uma determinada filial, entre outras.

As dimensões Cliente e Vendedor, estão destacadas com uma linha mais larga e os novos atributos da dimensão *Tempo* e as novas medidas *Custo*, *Preço de Venda* e *Lucro*, estão em negrito para destaque das demais.

As novas dimensões estão relacionadas as entidades Clientes, Vendas, Custos, Vendedor e Datas, além do acréscimo de novos atributos a entidade Registro de Controle, onde será possível identificar os vendedores e clientes relacionados a cada componente de produto produzido.

Através destes novos atributos criados dentro de entidades já existentes, ou ainda, dentro de novas entidades, garante ao tomador de decisão, que esteja envolvido neste processo de controle da produção, uma visão mais ampla dos dados que têm para analisar, pois o mesmo terá a sua disposição atributos como mês e ano, da dimensão tempo, para identificar quais são os períodos de maior número de vendas, ou qual a filial que efetuou mais vendas no último mês, por exemplo.

A partir da implementação do *Cenário Integrado*, as decisões estão crescendo de nível de análise, ou seja, as decisões vistas no *Cenário Básico* estavam ligados ao nível operacional, as decisões vistas no *Cenário Expandido* estavam ligados ao nível tático. E agora, pode-se obter uma análise a gerencial, uma vez que os decisores poderão analisar de forma mais completa (agregada) os dados apresentados no DW, tendo uma visão mais ampla de tudo o que está acontecendo no processo de controle da produção.

A partir da definição dos modelos e identificação das novas, medidas, dimensões e atributos, torna-se necessário que se passe para a etapa 2, no sentido de Identificar, Localizar e Tratar os dados para a criação deste DW.

### 4.3.3 Etapa 2 – Efetuar o ILT

#### **Identificar**

Foram identificados os dados que serão necessários para a formação do DW que atenda às necessidades dos gerentes na obtenção de dados para análise da situação do acompanhamento do controle da produção.

Além das tabelas já descritas no item 4.1.2, do *Cenário Básico*, e no item 4.2.2, que identificou as tabelas do Cenário Expandido, serão acrescentadas a estas as seguintes tabelas necessários à criação do Data Warehouse e seus respectivos indicadores. São elas:

- Tabela de Custos
- Tabela de Preços de Vendas
- Tabela de Clientes
- Tabela de Vendedores
- Tabela de Op. X Clientes
- Tabela de Op. X Vendedores
- Tabela de Datas
- Tabela de Lucro

As novas tabelas de *Datas* e *Lucro* serão descritas na etapa de tratamento dos dados para o desenvolvimento do DW.

Os novos indicadores necessários para análise do ambiente, no acompanhamento do controle da produção, a partir do MD apresentado na Figura 30, são os seguintes:

*Custo* → Servirá para medir o valor de custo de um determinado componente de um produto, cuja unidade é valor monetário.

*Preço de Venda* → Servirá para medir o valor de venda de um determinado componente de um produto, cuja unidade é valor monetário.

*Lucro* → Servirá para medir a diferença entre os valores de custo e de vendas, para identificar o lucro alcançado por um determinado componente de produto, cuja unidade também é valor monetário.

#### **Localizar**

As tabelas estão localizadas em planilhas MS Excel, conforme ilustração apresentada através das Figuras 31, 32, 33, 34, 35 e 36.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Tabelas do Cenário Integrado". The spreadsheet contains a table with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>id_produto</b>	<b>id_componente</b>	<b>custo_produto</b>										
2	Produto_1	1A	2,50										
3	Produto_1	1AA	2,20										
4	Produto_1	1AB	2,00										
5	Produto_1	1B	2,95										
6	Produto_1	1BB	2,58										
7	Produto_2	2A	0,25										
8	Produto_2	2AA	0,58										
9	Produto_2	2AB	0,89										
10	Produto_2	2B	0,98										
11	Produto_2	2BB	0,47										
12	Produto_3	3A	3,25										
13	Produto_3	3AA	3,56										
14	Produto_3	3AB	3,85										
15	Produto_3	3B	3,47										
16	Produto_3	3BB	3,88										
17	Produto_4	4A	6,36										
18	Produto_4	4AA	6,56										
19	Produto_4	4AB	6,89										
20	Produto_4	4B	6,47										
21	Produto_4	4BB	6,89										
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													

Figura 31 – Tabela de Custos.

Fonte: Autor.

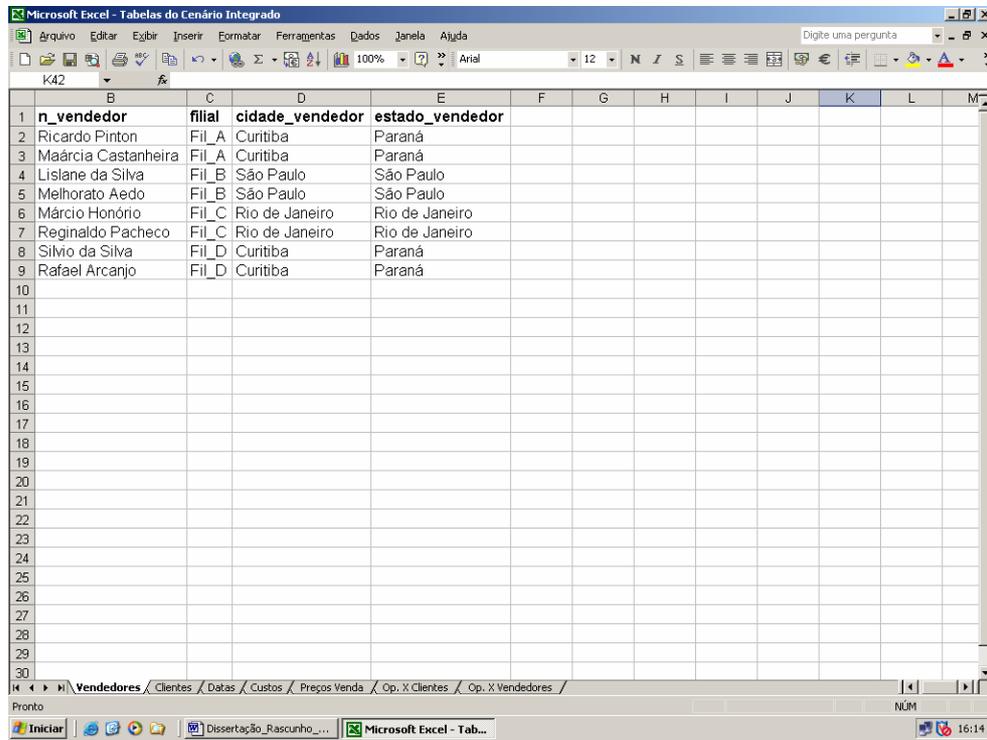
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>id_producto</b>	<b>id_componente</b>	<b>preço_producto</b>								
2	Produto_1	1A	3,29								
3	Produto_1	1AA	3,59								
4	Produto_1	1AB	3,78								
5	Produto_1	1B	3,42								
6	Produto_1	1BB	3,21								
7	Produto_2	2A	4,22								
8	Produto_2	2AA	5,36								
9	Produto_2	2AB	2,36								
10	Produto_2	2B	6,41								
11	Produto_2	2BB	5,23								
12	Produto_3	3A	7,18								
13	Produto_3	3AA	8,30								
14	Produto_3	3AB	6,29								
15	Produto_3	3B	7,10								
16	Produto_3	3BB	6,92								
17	Produto_4	4A	12,58								
18	Produto_4	4AA	15,29								
19	Produto_4	4AB	14,85								
20	Produto_4	4B	19,29								
21	Produto_4	4BB	18,53								
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

Figura 32 – Tabela de Preços de Vendas.  
Fonte: Autor.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>id_cliente</b>	<b>nome_cliente</b>	<b>cidade_cliente</b>	<b>estado_cliente</b>			
2	Cliente_1	Pedro Manoel	Curitiba	Paraná			
3	Cliente_2	Joaquim das Dores	Curitiba	Paraná			
4	Cliente_3	Manoel Barbosa	São Paulo	São Paulo			
5	Cliente_4	Fernanda Fagundes	São Paulo	São Paulo			
6	Cliente_5	Ricardo Moura	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro			
7	Cliente_6	Aparecida Silva	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro			
8	Cliente_7	Elisabete Teixeira	Curitiba	Paraná			
9	Cliente_8	Tinoco da Silva	Curitiba	Paraná			
10	Cliente_9	Margarida Flores	Curitiba	Paraná			
11	Cliente_10	Paulo José	Curitiba	Paraná			
12	Cliente_11	Fernando Henrique	São Paulo	São Paulo			
13	Cliente_12	Francisco Beltrão	São Paulo	São Paulo			
14	Cliente_13	Hilário Golveia	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro			
15	Cliente_14	Regina Costa	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro			
16	Cliente_15	Beatriz Martins	Curitiba	Paraná			
17	Cliente_16	Helena de Troia	Curitiba	Paraná			
18	Cliente_17	Ivete Sangalo	Curitiba	Paraná			
19	Cliente_18	Ricardo Reis	Curitiba	Paraná			
20	Cliente_19	Maria Aparecida	São Paulo	São Paulo			
21	Cliente_20	Maria José	São Paulo	São Paulo			
22	Cliente_21	Lilian Valdira	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro			
23	Cliente_22	Valdenir Souza	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro			
24	Cliente_23	Gilberto Pereira	Curitiba	Paraná			
25	Cliente_24	Magno Buarque	Curitiba	Paraná			
26	Cliente_25	Francisco Azedo	Curitiba	Paraná			
27	Cliente_26	Paulo Roberto	Curitiba	Paraná			
28	Cliente_27	Tânia Ribeiro	São Paulo	São Paulo			
29	Cliente_28	Valéria Bitencourt	São Paulo	São Paulo			
30	Cliente_29	Gisleine Franco	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro			

Figura 33 – Tabela Clientes.

Fonte: Autor.

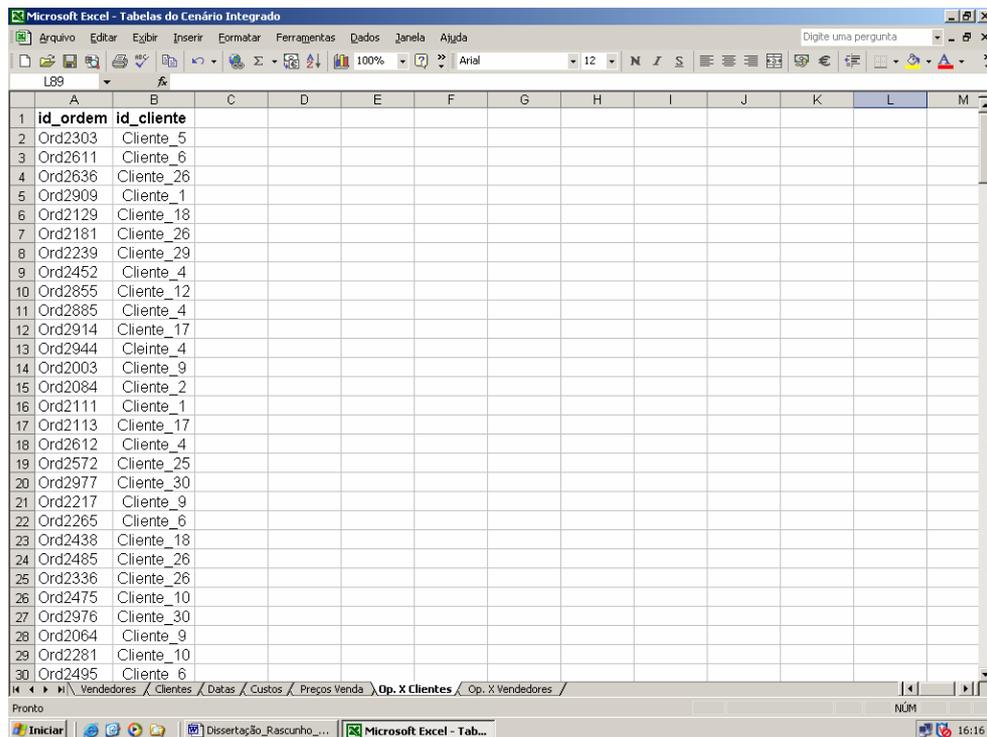


The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Tabelas do Cenário Integrado". The active sheet is "Vendedores". The table contains the following data:

n_vendedor	filial	cidade_vendedor	estado_vendedor
Ricardo Pinton	Fil_A	Curitiba	Paraná
Maárcia Castanheira	Fil_A	Curitiba	Paraná
Lislane da Silva	Fil_B	São Paulo	São Paulo
Melhorato Aedo	Fil_B	São Paulo	São Paulo
Márcio Honório	Fil_C	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
Reginaldo Pacheco	Fil_C	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
Silvio da Silva	Fil_D	Curitiba	Paraná
Rafael Arcanjo	Fil_D	Curitiba	Paraná

Figura 34 – Tabela de Vendedores.

Fonte: Autor.

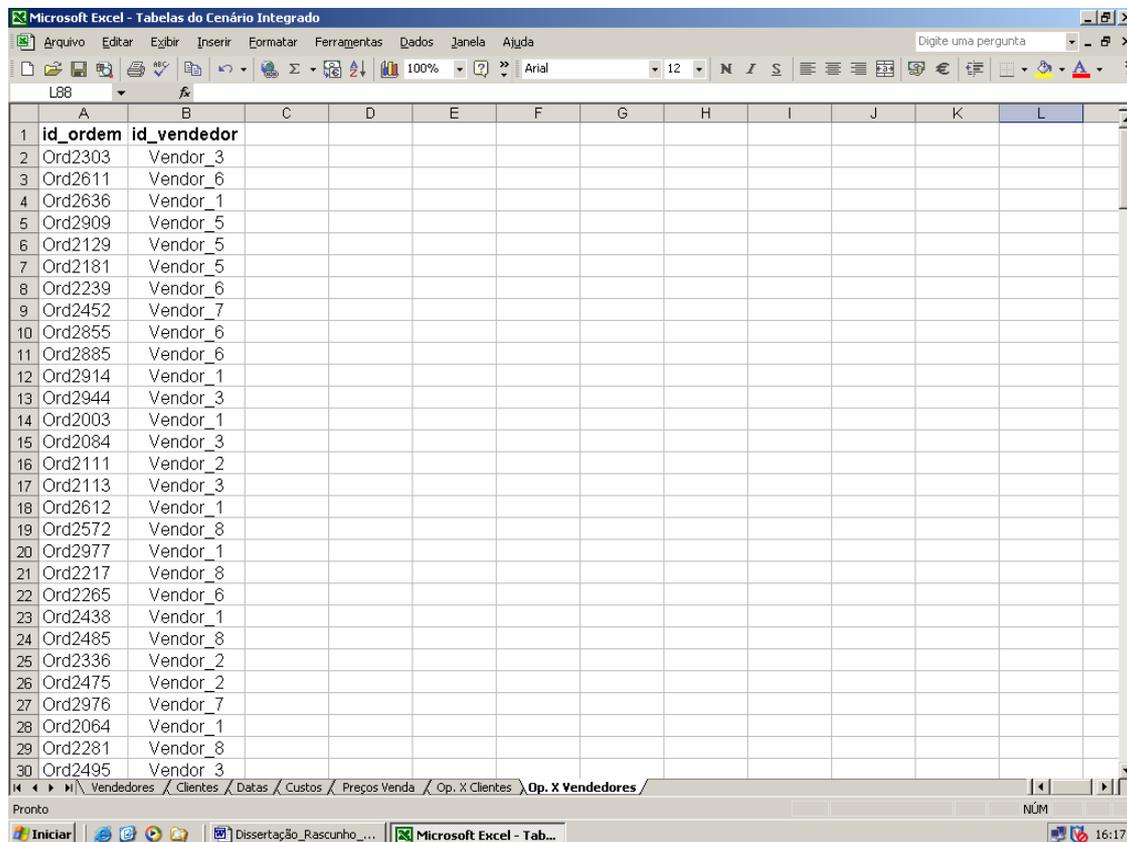


The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Tabelas do Cenário Integrado". The active sheet is "Op. X Clientes". The table contains the following data:

id_ordem	id_cliente
Ord2303	Cliente_5
Ord2611	Cliente_6
Ord2636	Cliente_26
Ord2909	Cliente_1
Ord2129	Cliente_18
Ord2181	Cliente_26
Ord2239	Cliente_29
Ord2452	Cliente_4
Ord2855	Cliente_12
Ord2885	Cliente_4
Ord2914	Cliente_17
Ord2944	Cliente_4
Ord2003	Cliente_9
Ord2084	Cliente_2
Ord2111	Cliente_1
Ord2113	Cliente_17
Ord2612	Cliente_4
Ord2572	Cliente_25
Ord2977	Cliente_30
Ord2217	Cliente_9
Ord2265	Cliente_6
Ord2438	Cliente_18
Ord2485	Cliente_26
Ord2336	Cliente_26
Ord2475	Cliente_10
Ord2976	Cliente_30
Ord2064	Cliente_9
Ord2281	Cliente_10
Ord2495	Cliente_6

Figura 35 – Tabela Op. X Clientes.

Fonte: Autor.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Tabelas do Cenário Integrado". The active sheet is "Op. X Vendedores". The table contains 30 rows of data with two columns: "id\_ordem" and "id\_vendedor".

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	id_ordem	id_vendedor										
2	Ord2303	Vendor_3										
3	Ord2611	Vendor_6										
4	Ord2636	Vendor_1										
5	Ord2909	Vendor_5										
6	Ord2129	Vendor_5										
7	Ord2181	Vendor_5										
8	Ord2239	Vendor_6										
9	Ord2452	Vendor_7										
10	Ord2855	Vendor_6										
11	Ord2885	Vendor_6										
12	Ord2914	Vendor_1										
13	Ord2944	Vendor_3										
14	Ord2003	Vendor_1										
15	Ord2084	Vendor_3										
16	Ord2111	Vendor_2										
17	Ord2113	Vendor_3										
18	Ord2612	Vendor_1										
19	Ord2572	Vendor_8										
20	Ord2977	Vendor_1										
21	Ord2217	Vendor_8										
22	Ord2265	Vendor_6										
23	Ord2438	Vendor_1										
24	Ord2485	Vendor_8										
25	Ord2336	Vendor_2										
26	Ord2475	Vendor_2										
27	Ord2976	Vendor_7										
28	Ord2064	Vendor_1										
29	Ord2281	Vendor_8										
30	Ord2495	Vendor_3										

Figura 36 – Tabela Op. X Vendedores.

Fonte: Autor.

## Tratar

Para o tratamento dos dados será efetuada a movimentação das tabelas já identificadas e localizadas, conforme mostram as Figuras 31, 32, 33, 34, 35 e 36.

Como pode ser visto na Figura 30, dentro da tabela *Fato* foram criadas novas medidas específicas para a composição deste cenário. Para tanto, serão criadas as tabelas de *Datas* e *Lucro*.

As tabelas estão representadas nas Figuras 37 e 38. Uma tabela representa as *Datas* necessárias para análise a partir do tempo de execução de cada tarefa dentro do processo de produção. A outra tabela, representa o *Lucro* determinado através do cálculo do valor de venda dos componentes, menos o valor de custo, multiplicado pelo número de peças boas produzidas por cada ordem de produção.

Microsoft Excel - Tabelas do Cenário Integrado

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>Data</b>	<b>Mes</b>	<b>Ano</b>								
2	01/11/2004	11/2004	2004								
3	02/11/2004	11/2004	2004								
4	03/11/2004	11/2004	2004								
5	04/11/2004	11/2004	2004								
6	05/11/2004	11/2004	2004								
7	06/11/2004	11/2004	2004								
8	07/11/2004	11/2004	2004								
9	08/11/2004	11/2004	2004								
10	09/11/2004	11/2004	2004								
11	10/11/2004	11/2004	2004								
12	11/11/2004	11/2004	2004								
13	12/11/2004	11/2004	2004								
14	13/11/2004	11/2004	2004								
15	14/11/2004	11/2004	2004								
16	15/11/2004	11/2004	2004								
17	16/11/2004	11/2004	2004								
18	17/11/2004	11/2004	2004								
19	18/11/2004	11/2004	2004								
20	19/11/2004	11/2004	2004								
21	20/11/2004	11/2004	2004								
22	21/11/2004	11/2004	2004								
23	22/11/2004	11/2004	2004								
24	23/11/2004	11/2004	2004								
25	24/11/2004	11/2004	2004								

Figura 37 – Tabela de Datas.

Fonte: Autor.

Microsoft Excel - Tabelas do Cenário Integrado

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>id_ordem</b>	<b>lucro</b>											
2	Ord2281	334,17											
3	Ord2745	423,44											
4	Ord41281	331,80											
5	Ord1281	331,80											
6	Ord567	210,14											
7	Ord1090	146,15											
8	Ord888	417,91											
9	Ord1158	474,00											
10	Ord1390	71,10											
11	Ord564	276,50											
12	Ord782	596,45											
13	Ord1443	138,25											
14	Ord745	423,44											
15	Ord2129	1376,10											
16	Ord2278	528,20											
17	Ord2528	1285,75											
18	Ord2829	896,55											
19	Ord2833	847,90											
20	Ord2864	925,74											
21	Ord41278	512,91											
22	Ord1129	1245,44											
23	Ord1278	493,45											
24	Ord1095	34,75											
25	Ord528	1292,70											
26	Ord829	896,55											
27	Ord833	847,90											
28	Ord864	818,71											
29	Ord2855	106,80											
30	Ord2265	258,10											

Figura 38 – Tabela de Lucro.

Fonte: Autor.

Todas as tabelas referentes ao *Cenário Integrado* serão copiadas para o MS Access, para que se possa efetuar o relacionamento entre estas tabelas.

As Figuras 39 e 40 apresentam as tabelas criadas no Access de acordo com a estrutura de cada tabela pertencente ao *Cenário Integrado*, complementadas pelas tabelas descritas nos *Cenários Básico* e *Expandido*, com seus respectivos relacionamentos.

Um detalhe importante nesta etapa é que a Tabela de Datas foi criada a partir da coluna *data* da Tabela de Controle de Registro, para que se pudesse obter na Dimensão Tempo, os novos atributos *Mês* e *Ano*.

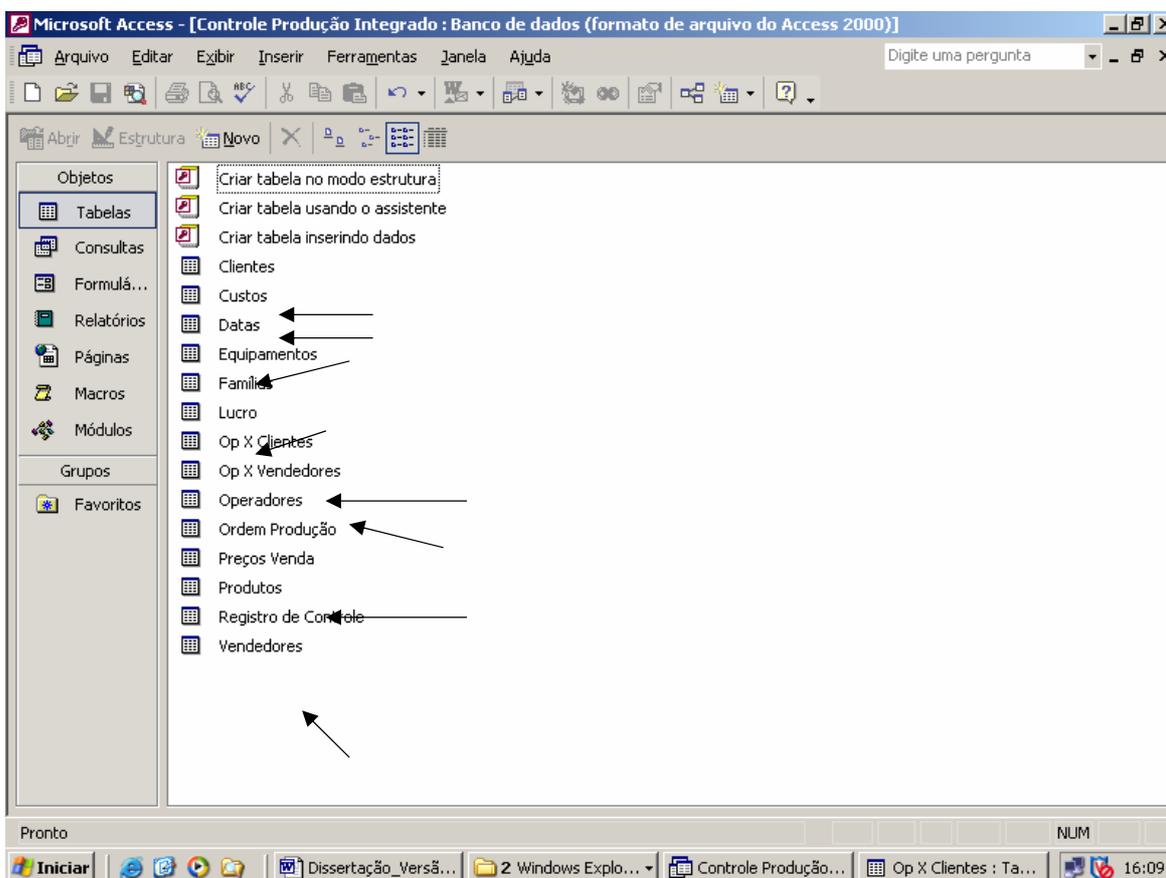


Figura 39 – Bases de dados do Access, com as tabelas inseridas.  
(Cenário Integrado)  
Fonte: Autor.

Na Figura 39, estão destacadas por setas desenhadas, as tabelas agregadas ao Cenário Expandido, para formação do Cenário Integrado.

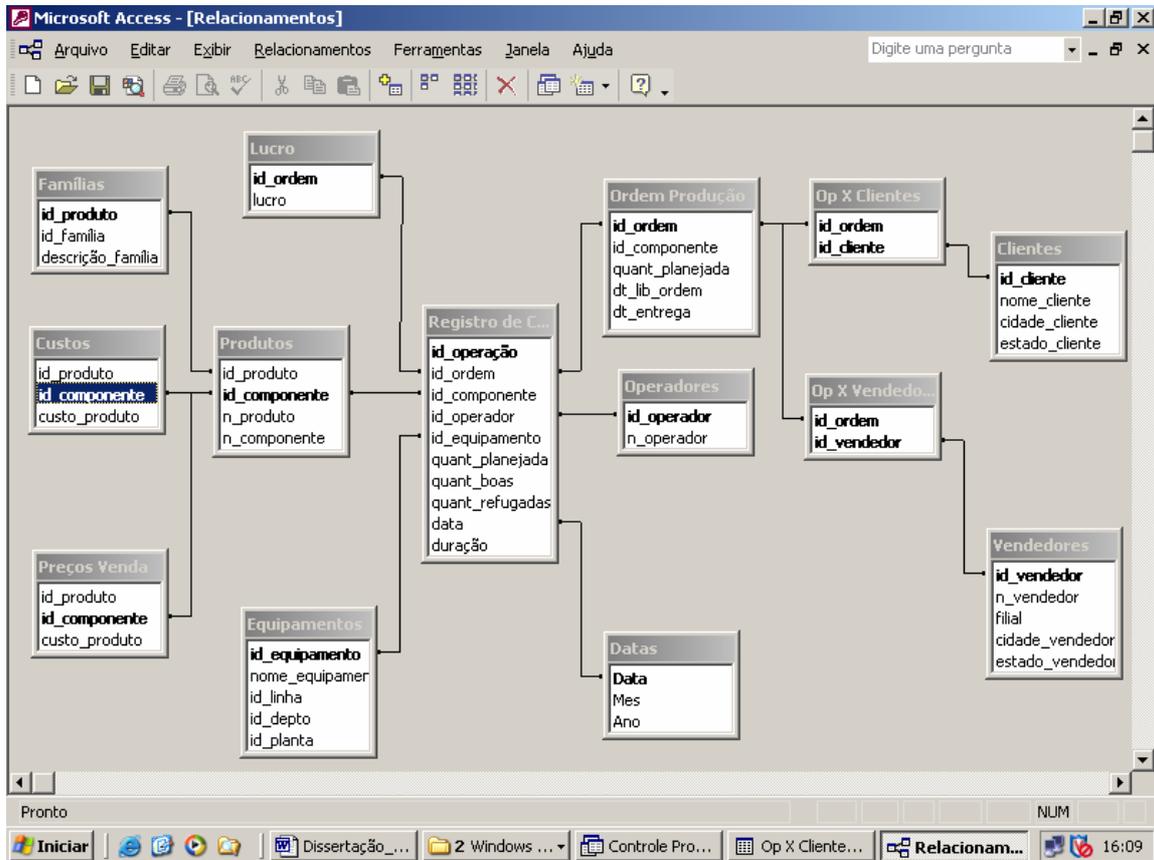


Figura 40 – Relacionamento entre as bases de dados no MS Access.  
(Cenário Integrado)  
Fonte: Autor.

#### 4.3.4 Etapa 3 – Carregar o DW

A carga do DW se dá através da criação de uma tabela dinâmica no MS Excel, onde são carregados os dados já migrados e tratados na base do MS Access.

Estes procedimentos de carga são efetuados através da utilização da Função de Criação de Tabela Dinâmica no Excel, através da Opção: Dados e Relatório de Tabela Dinâmica.

#### 4.3.5 Etapa 4 – Criar as pesquisas OLAP

Para este cenário, com a inclusão das novas informações, é possível que sejam analisadas situações de forma diferente das apresentadas pelos cenários anteriores, como a análise do lucro obtido pelas vendas de peças boas por filial por mês, ou ainda, invertendo estes dois atributos, filial e mês, é possível efetuarmos uma operação do OLAP que chamamos de Pivot, que permite uma visualização que “rotaciona” a visão do eixo de dados, com o objetivo de fornecer uma apresentação alternativa dos dados

que estão sendo analisados. As Figuras 41, 42, 43 e 44 apresentam estas análises e seus respectivos gráficos resultantes.

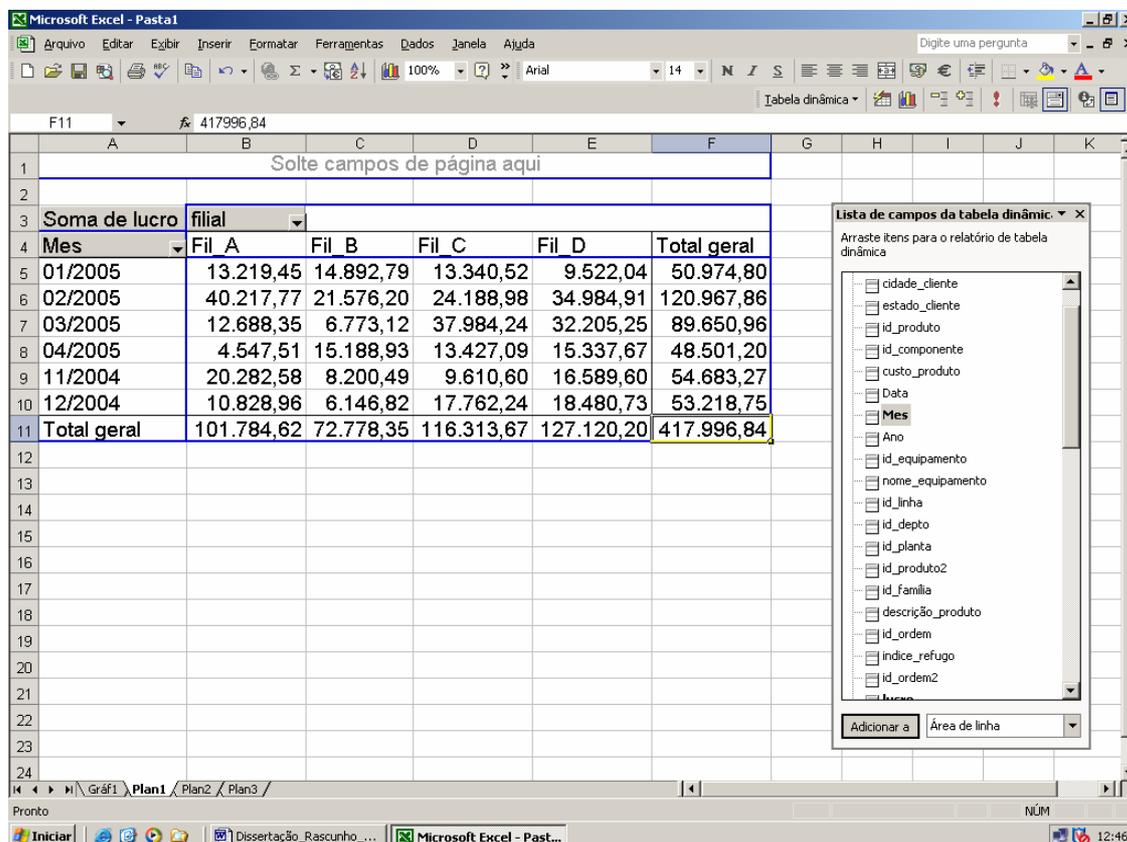


Figura 41 – Consulta OLAP - Análise da medida *Lucro*, pelo atributo *filial* da dimensão *Vendedor* e pelo atributo *mês* da dimensão *Tempo*.  
Fonte: Autor.

A Figura 42 apresenta a mesma análise da Figura 41, porém em forma de gráfico, que possibilita uma visualização direta dos montantes de lucro alcançados por cada filial por mês.

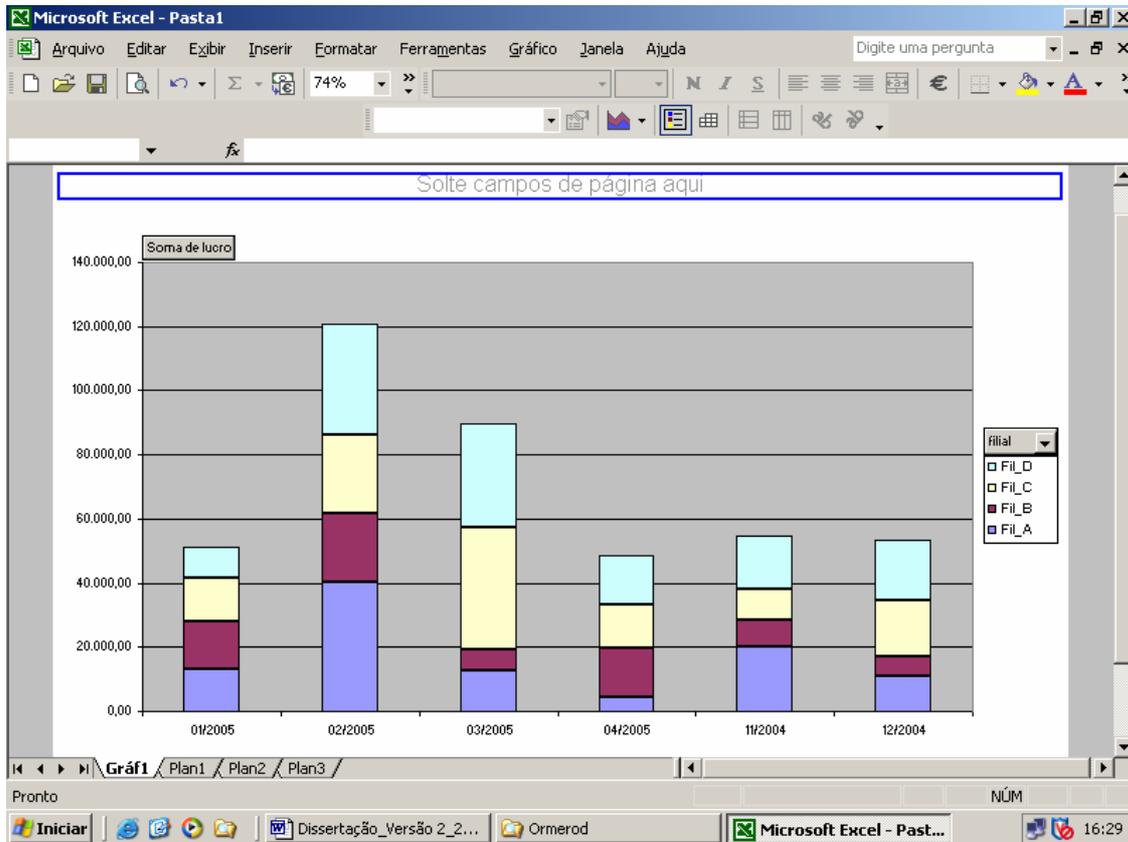


Figura 42 – Gráfico da Consulta OLAP - Análise da medida *Lucro*, pelo atributo *filial* da dimensão *Vendedor* e pelo atributo *mês* da dimensão *Tempo*.

Fonte: Autor.

Quando é feita a rotação entre os atributos analisados para esta mesma medida, pode-se verificar o comportamento da distribuição dos valores na consulta. A Figura 43 está apresentando esta mesma consulta, porém, agora, com os atributos *filial* e *mês*, invertidos.

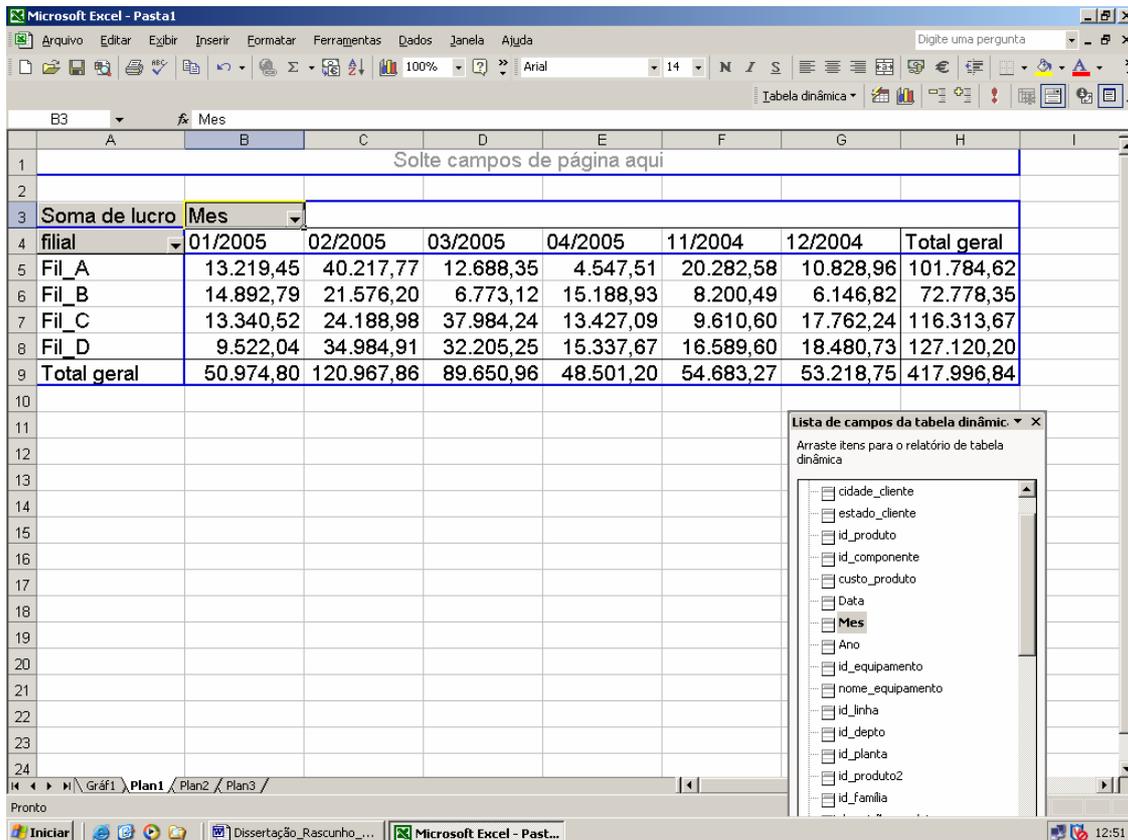


Figura 43 – Consulta OLAP - Análise da medida *Lucro*, pelo atributo *mês* da dimensão *Tempo* e pelo atributo *filial* da dimensão *Vendedor*.

Fonte: Autor.

A Figura 44, apresenta a mesma análise da Figura 43, porém em forma de gráfico, que possibilita uma visualização direta dos montantes de lucro alcançados por mês em cada filial.

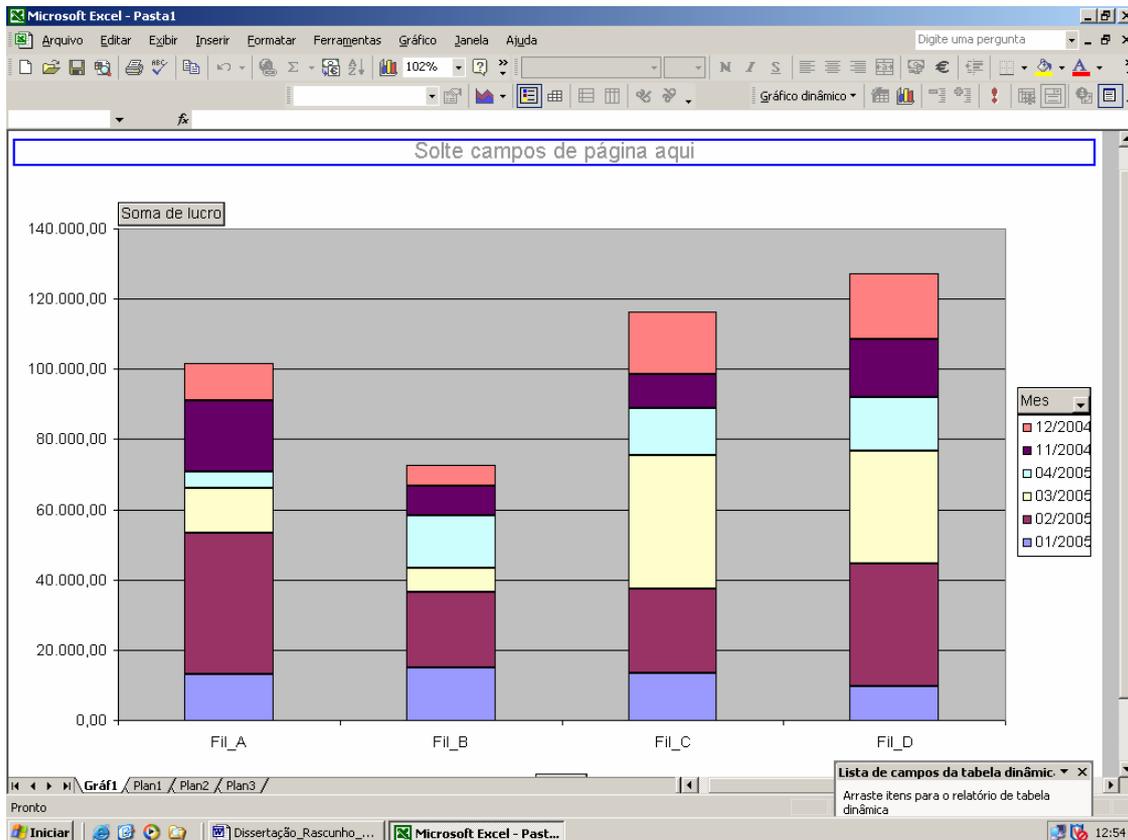


Figura 44 – Gráfico da Consulta OLAP - Análise da medida *Lucro*, pelo atributo *mês* da dimensão *Tempo* e pelo atributo *filial* da dimensão *Vendedor*.

Fonte: Autor.

A partir destas análises e de todas as apresentadas anteriormente nos Cenários Básico e Expandido, pode-se verificar que inúmeras outras análises poderiam ser desenvolvidas explorando as operações OLAP como todas as dimensões e medidas do MD.

## CAPÍTULO 5 – RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentadas algumas considerações sobre o trabalho desenvolvido e também os resultados obtidos, relacionados com os objetivos.

## **5.1 Considerações Gerais**

O ponto de partida para o desenvolvimento de um modelo de DW deve ser a necessidade dos usuários. No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, quando se passa a utilizar um modelo que permite várias visões diferentes do negócio, percebe-se que as necessidades também são alteradas. Por isso, é recomendado, na composição dos atributos de cada entidade e/ou tabela de cada dimensão, que seja incluído o maior nível possível de detalhes de contextualização das dimensões. Os usuários, ao utilizarem o modelo dimensional irão vislumbrar outras oportunidades de análise que exigirão um nível maior de detalhes de cada dimensão.

Dados de processos normalmente não devem ser monitorados diretamente em um DW, porque são de uma diversidade e quantidade muito grandes. Porém os dados identificados como componentes de um modelo que possa atender às necessidades gerenciais devem ser transferidos para o DW. O DW pode determinar quais os dados que devem ser monitorados, a partir da análise do histórico das informações. Sistemas de tempo-real podem usar informações históricas a partir do DW e juntamente com medições correntes (atuais) definir parâmetros e limites que permitam suporte a decisões em tempo próximo ao real nas linhas de produção, porém levando em consideração dados históricos consolidados.

Os sistemas transacionais tem sido desenvolvidos na tentativa de incorporar arquiteturas abertas para o compartilhamento de dados, porém a realidade é que eles tem dificuldade em combinar estes dados para permitir sua análise. Os sistemas desenvolvidos atualmente, para atender as necessidades operacionais nas empresas, são muito bons integrando transações nas operações dos negócios. Entretanto, estes sistemas não são projetados para fazer integração e combinação de dados que permitam sua análise de forma abrangente, gerando condições e/ou formas de análise por parte dos tomadores de decisão nas empresas, estejam eles em qualquer nível de decisão (Operacional, Tático ou Estratégico).

## **5.2 Resultados Obtidos**

### **5.2.1 Cenário Básico**

Pode-se verificar que através do Cenário Básico, podem ser observados e analisados dados referentes à tomada de decisão em um nível operacional, uma vez que são notadas, através destas análises, o que está acontecendo em um ambiente de produção no seu mais baixo nível, ou seja, o decisor, quer seja um gerente de linha ou um coordenador de produção, é capaz de observar quais equipamentos estão produzindo mais e quais deles estão gerando um maior número de peças refugadas. Além de poderem observar também, quais operadores estão produzindo mais e com que qualidade. Dentre outras análise possíveis dentro deste cenário.

Sendo assim, a análise deste Cenário Básico, a partir desta ferramenta, auxilia aos decisores um maior aproveitamento relacionado ao efetivo controle da produção, em medidas a serem tomadas para o curto prazo.

### 5.2.2 Cenário Expandido

Para o Cenário Expandido, pode-se verificar que os dados analisados na ótica dos decisores estão ligados diretamente às decisões táticas, de médio prazo, uma vez que são observados, durante o controle da produção, que cada produto pode ser controlado em diversos níveis, identificando a qualidade de produção de cada produto. Sendo assim, os tomadores de decisão, neste nível, possuem uma ferramenta que possibilita observar e analisar o cenário de forma a tratar com mais qualidade às decisões tomadas, quer sejam elas para a demissão de um operador que não esteja produzindo em um tempo adequado uma determinada família de produtos, quer seja para a compra ou substituição de um equipamento que não esteja produzindo os componentes de forma a atender a demanda solicitada.

### 5.2.3 Cenário Integrado

Através do *Cenário Integrado*, pode-se verificar que os dados analisados podem ser trabalhados por um nível superior dentro das empresas. Visto que decisões estratégicas podem ser tomadas a partir da análise dos dados apresentados neste cenário.

Os tomadores de decisão neste nível, podem efetuar análises que lhes possibilitem tomar decisões de forma a mudar o rumo do processo produtivo que vem operando neste momento e que pode ser observado neste cenário. Essas decisões podem ocorrer de forma à que determinadas linhas de produção, por exemplo, possam ser desativadas pelo elevado número de componentes de produtos produzidos com defeitos ou incompletos. Ou ainda, pode ser verificado também, que determinadas filiais possuem uma maior demanda na solicitação de produtos por intermédio de seus vendedores, onde estes tomadores de decisão podem optar por aumentar o incentivo a estes vendedores, ou ainda, os tomadores de decisão podem fazer o contrário, ou seja, estimular mais as filiais cujos vendedores não estão atendendo aos índices desejados de produção de vendas da empresa.

Fazendo com que a produção possa a longo prazo, tomar novos e diferentes rumos.

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

### 6.1 Quanto ao Problema e Hipóteses

Para a realização deste trabalho partiu-se do seguinte problema:

**“Como oferecer ao decisor de controle da produção as informações necessárias à gestão deste processo?”**

A hipótese levantada foi:

*A utilização de um DW como ferramenta analítica contribui para a criação e utilização de uma ferramenta para auxílio à tomada de decisão nos processos de controle de produção.*

Verifica-se através do Capítulo 4, que o DW pode se tornar uma ferramenta para auxílio à tomada de decisão nos processos de controle de produção, pois é possível verificar através das análises efetuadas que cada cenário construído por intermédio de um DW, gera uma infinidade de possibilidades de combinação de dados de forma a ampliar a visão dos tomadores de decisão, com relação aos acontecimentos no dia-a-dia da produção de qualquer produto. Capacitando estes tomadores de decisão, quer estejam eles em qualquer nível de decisão, ou seja, quer estejam alocados nos níveis operacionais, táticos ou estratégicos de decisão de suas empresas, a analisarem com mais eficiência os dados para uma melhor decisão.

### 6.2 Quanto aos Objetivos

Este trabalho demonstrou que é possível fornecer ao decisor as informações de controle da produção que ele precisa na forma e tempo adequados para suportar a decisão necessária a ser tomada por ele, a partir da criação do DW com medidas estabelecidas a partir da necessidade de decisão e com as dimensões identificadas de maneira que possibilitem a este decisor uma análise detalhada de todos os dados envolvidos durante o processo de controle da produção.

Lembrando o que Simon (1997) apud Shimizu (2001) salientou, quando disse que a solução de qualquer problema de decisão em atividades empresariais, científicas ou artísticas pode ser visualizada em quatro etapas: *percepção da necessidade de decisão* ou oportunidade, *formulação das alternativas de ação*, *avaliação das alternativas em termos de suas respectivas contribuições* e *escolha de uma ou mais alternativas para fins de execução*, pode-se notar, no desenvolvimento deste trabalho que estas quatro etapas foram desenvolvidas ao longo do Capítulo 4, uma vez que ao se criar o ambiente de DW, a partir de dados aleatórios, para simulação de um ambiente de produção, para mensuração do controle da produção, verificou-se que:

→ *Percepção da necessidade de decisão*: A necessidade de decisão foi percebida quando foram identificadas as medidas em cada um dos cenários, através dos quais pode-se montar diversas pesquisas das bases montadas;

→ *Formulação das alternativas de ação*: As alternativas de ação foram formuladas através da identificação das diversas dimensões envolvidas no contexto da criação deste DW;

→ *Avaliação das alternativas*: A criação do DW, permitiu avaliar as alternativas através das várias pesquisas formuladas e demonstradas no decorrer do Capítulo 4. Sendo que, estas alternativas de avaliação não foram completamente esgotadas na descrição deste trabalho; e

→ *Escolha de uma ou mais alternativas*: As escolhas de alternativas para fins de execução no processo de tomada de decisão com base nas pesquisas montadas e apresentadas no Capítulo 4, mostram que os tomadores de decisão, em qualquer um dos cenários apresentados, com base no DW criado, possuem um instrumento de auxílio para a tomada de decisão no controle da produção.

O desenvolvimento desta aplicação pode ser aplicável preferencialmente em micro e pequenas empresas, uma vez que o recurso utilizado para simulação e criação dos dados e ambiente foi o Office da Microsoft.

A partir de tudo o que foi discutido e apresentado, pode-se verificar que o processo de *data warehousing* exige, durante sua implementação, que os modelos de dados e sistemas de informações existentes nas empresas sejam transferidos para uma base integrada, consistente, resolvendo problemas de acessibilidade, acuracidade e confiabilidade de dados. O DW pode ser visto como um sistema que garante que os dados/informações possam ser manuseados de forma integrada e possam ser estruturados para propósitos específicos, mais fáceis de efetuarem-se buscas, permanecendo não volátil e podendo ser utilizado para acompanhamento de dados.

### **6.3 Trabalhos Futuros**

- Criar os Cenários com dados reais, afim de se criar uma ferramenta de auxílio a administração de uma empresa no processo de controle de produção;
- Desenvolver um processo analítico de tomada de decisão baseado em um DW; e
- Implantar em uma empresa, refinando os modelos até alcançar os resultados esperados para um controle de produção administrado através da utilização de um DW, como ferramenta de auxílio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, C. *BI-Business Intelligence – Modelagem & Tecnologia*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001
- BERNDT, D. J. FISHER, J. W. HEVNER, A. R. STUDNICKI, J. Healthcare Data Warehousing and quality assurance. IEEE – Computer, 2001.
- BHARGAVA, H. K. SRIDHAR, S. HERRICK, C. Beyond spreadsheets: tools for building decision support systems. IEEE – Computer, March 1999.
- BIO, S. R. *Sistemas de informação: Um enfoque gerencial*. São Paulo: Atlas, 1985.
- BISPO, C. A. CAZARINI, E. W. Análises sofisticadas com On-Line Analytical Processing. *Developer's Magazine*, São Paulo, n.32 p.28-31, 1999.
- CERVO, A. L; BERVIAN, P. A. *Metodologia científica*. Quarta Edição. São Paulo: Makron Books, 1996.
- CERVO, A. L; BERVIAN, P. A. *Metodologia científica*. Quinta Edição. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.
- CHIAVENATTO, I. *Administração nos novos tempos*. 6º ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- COME, G. *Contribuição ao estudo de implementação de Data Warehousing: um caso no setor de telecomunicações*. Dissertação de Mestrado, FEA/USP, São Paulo, 2001.
- CORRÊA, H. L. CORRÊA, C. A. *Administração de produção e operações: manutenção e serviços – uma abordagem estratégica*. São Paulo: Atlas, 2004.
- CORRÊA, H. L. GIANESI, I. G. N. CAON, M. *Planejamento, programação e controle da produção: MRPII/ERP*. Editora Atlas, São Paulo, 1997.
- DATAWAREHOUSE – site da internet com endereço [www.datawarehouse.inf.br](http://www.datawarehouse.inf.br), acessado em 30 de agosto de 2005.
- DAWES, S. S. PREFONTAINE, L. Understanding new models of collaboration for delivering Government Services. *Communications of the ACM*, Volume 46, Number 1, pp 40-42, January 2003.
- FAVARETTO, F. *Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica*. São Carlos, 223p. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.
- FAVARETTO, F. RHODEN, C. A. Considerações sobre atividades de identificação, localização e tratamento de dados na construção de um data warehouse. *Anais do I Congresso de Tecnologia para Gestão de Dados e Metadados do Cone Sul*, Ponta Grossa, Paraná. 2003.
- FAVARETTO, F. VIEIRA, G. E. PIRES, S. R. I. Data Warehouse para controle da produção. III Congresso Brasileiro De Engenharia de Fabricação - COBEF, Joenville – 2005.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. Terceira Edição. São Paulo: Atlas, 1996.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa científica*. Quarta Edição. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOULART, C. P. *Proposta de um modelo de referência para planejamento e controle da produção em empresas virtuais*. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

- GOMES, L. F. A. M; GOMES, C. F. S; ALMEIDA, A. T. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. Editora Atlas, São Paulo, Brazil, 2002.
- HAN, J. KAMBER, M. *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers, New York, 2001.
- HASAN, H., HYLAND, P. Using OLAP and Multidimensional Data for Decision Making. *IEEE, IT Pro*. Pp44-50, September/October, 2001.
- INMON, W. H. HACKATHOM, R. D. *Using the Data Warehouse*. Wiley-QED Publication, 1994.
- INMON, W. H. *Como construir o Data Warehouseing*. Tradução da Segunda Edição, Rio de Janeiro: Campos, 1997.
- INMON, W. H. Information Management: Different Data Warehouse types: DM Review On-Line, Junho de 2000. Disponível em <[www.dmreview.com](http://www.dmreview.com)>. Acesso em 31 de maio de 2005.
- INMON, W. TERDERMAN, R., IMHOFF, C. *Data Warehouseing: como transformar informações em oportunidades de negócios*. São Paulo: Berkely, 2001.
- JIANG, Z. FUNG, R. Y. K. An adaptive agile manufacturing control infrastructure based on TOPNs-CS modeling. *IEEE International Journal Advanced Manufacturing Technologies*, No. 22, p. 191-215, June/2003.
- KIMBALL, R. *Data Warehouse tool kit: técnicas para construção de data warehouses dimensionais*. Makron Books, São Paulo, Brazil, 388p, 1998.
- LAU, H. C. W. CHOY, K. L. WONG, C. W. Y, FUNG, R. Y. K. A generic management information system for small and medium enterprises. *International Journal Manufacturing Technology and Management*, Vol. 5, Nos. 1/2, pp. 162-175, 2003.
- LIMA, R. S. *Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes*. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003.
- MACHADO, F. N. Projeto de data warehouse – Uma visão multidimensional. Editora Érica. São Paulo, 2000.
- MAHNIC, V. ROZANC, I. Data Quality: a prerequisite for successful data warehouse implementation. – *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference of European University Information Systems*, Berlin Humboldt-University, March 20-30 (EUNIS 2001), 2001.
- MARTIN, E. W. *Managing Information Technology*. USA, Quarta Edição. Prentice-Hall, p. 1-12, 2001.
- OLIVEIRA, D. P. R. Planejamento estratégico. Décima Segunda Edição. São Paulo: Atlas, 1998.
- PEREIRA, M. J. L. B. FONSECA, J. G. M. *Faces da decisão: as mudanças de paradigmas e o poder da decisão*. Makron Books, São Paulo, 1997.
- PORTER, K. LITTLE, D. PECK, M. ROLLINS, R. Manufacturing classifications: relationships with production control systems. *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 10, No. 4, pp. 189-198 – 1999.
- PORTO, G. S. A decisão empresarial de desenvolvimento tecnológico por meio da cooperação empresa-universidade. Tese de Doutorado – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2000.
- RHODEN, C. A. *Uma contribuição ao gerenciamento de dados em agronegócios*. Curitiba. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR), 2003.

- RUIZ, J. A. *Metodologia científica*. Quarta Edição. São Paulo: Atlas, 1996.
- SAUTER, V. L. Intuitive decision making. *Communication of the ACM*. Vol. 42, no. 6, p. 109-115. junho, 1999.
- SHIMIZU, T. *Decisão nas organizações: Introdução aos problemas de decisão encontrados nas organizações e nos sistemas de apoio a decisão*. Ed. Atlas, São Paulo, 2001.
- SILVA, A. L.; ALCÂNTARA, R. C. Mudanças nos relacionamentos e estratégias para melhor coordenação da cadeia de suprimentos. *Revista de Administração*, São Paulo v.36, n. 3, p.49-58, julho/setembro, 2001.
- SINGH, H. *Data Warehousing: Concepts, Technologies, Implementation, and Management*. Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1997.
- SINGH, H. *Data Warehouse*. Ed. Makron Books, 2001.
- SLACK, N. CHAMBERS, S. HARLAND, C. HARRISON, A, JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 1997.
- SLACK, N. CHAMBERS, S. HARLAND, C. HARRISON, A, JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1999.
- SOARES, D. D. MEIRELES, G. S. C. OLIVEIRA, J. F. G. BIFFI, M. Otimização de operações de retificação via supervisão e diagnóstico a distância. *In: Congresso Usinagem 2000. Anais*, São Paulo, Setembro, 2000.
- SRIVASTAVA, J. CHEN, P. Y. Warehouse Creation - A Potential Roadblock to Data Warehousing - *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, Vol. 11, No. 1, January/February, 1999.
- THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 2002.
- TIEN, J. M. Toward a decision informatics paradigm: a real-time, information based approach to decision making. *IEEE Transactions on systems, man and cybernetics*, Vol. 33, No. 1, 2003.
- TUBINO, D. F. *Manual de planejamento e controle da produção*. 2º Edição. São Paulo: Atlas, 2000.
- VILLARES, R. M. NAKANO, D. N. Metodologia de pesquisa e a Engenharia de produção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, *ENEGEP* 1998.
- XAVIER, C. F. R. *Suporte aos processos decisórios relacionados à qualidade de bobinas de aços planos*. Curitiba. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR), 2004.
- YOURDON, E. Análise estruturada moderna. Rio de Janeiro, Campos – 1992.
- YURONG, Y. HOUCCUN, H. Data warehousing and the internet's impact on ERP. *IEEE IT Pro* – pag. 37- 41, March/April 2000.