

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Trabalho de Formatura

Modelagem de Dados Orientada a Clientes

Orientador: Prof. Dr. Mauro de Mesquita Spinola

Aluno: Miguel Ángel Aburuza Ortiz de Zárate

2001

TK 2001
Or 8m

Introdução

Com o término da Era Industrial, os paradigmas administrativos voltam-se para a prestação de serviços e satisfação de clientes, e os modelos de Sistemas de Informações (SI) seguem a mesma orientação. Nesta monografia pretendemos apresentar um modelo de SI orientado a clientes.

O modelo apresentado pode ser aplicado à atividade-fim da empresa ou a atividades de apoio. Para isso, desenvolveremos a metodologia em níveis lingüísticos de modelos: modelo descritivo, conceitual e operacional.

Será dada ênfase na definição precisa de conceitos. Intensa pesquisa bibliográfica foi realizada para trazer os fundamentos de sistemas de informações, de produção e de administração e sua relação com a modelagem.

Para explicar mais claramente a metodologia empregada, será apresentada uma aplicação para gerenciamento de Recursos Humanos, visto como um recurso produtivo, ou ainda, como uma atividade de apoio.

Gora Euskadi azkatuta!
Gora Euskadi sozialista!

Batasuna

ÍNDICE GERAL

1 – Apresentação

1.1 – Sobre sistemas de informações	Página 01
1.2 – Informações e administração	Página 03
1.3 – A informação como recurso econômico	Página 08
1.4 – Validade da informação - previsibilidade	Página 10
1.5 – Modelos e paradigmas	Página 18
1.5.1 – Paradigma de produção da primeira revolução industrial	Página 22
1.5.2 – Paradigma de produção da segunda revolução industrial	Página 23
1.5.3 – Paradigma de produção da terceira revolução industrial	Página 27
1.5.4 – Paradigmas de produção e sistemas de informações	Página 30
1.6 – Camadas lingüísticas de modelos	Página 32
1.7 – Modelos descritivos em cascata e em espiral	Página 36
1.8 – Sistemas	Página 40

2 – Modelagem orientada a clientes

2.1 – Paradigma de administração orientado a clientes	Página 45
2.2 – Definição de consumidor	Página 46
2.3 – Definição de cliente	Página 47
2.4 – Necessidades de clientes	Página 49
2.5 – Clientes e fornecedores internos	Página 50
2.6 – Centros de custos	Página 52
2.7 – Enfoques econômicos da mercadoria	Página 53

3 – Camada do modelo descritivo

3.1. – Modelo pictórico	Página 56
3.2 – O projeto e suas etapas	Página 58
3.3 – O produto e suas etapas	Página 60
3.4 – Conceitos presentes no modelo	Página 62

4 – Camada do modelo conceitual

4.1 – Definições	Página 63
4.2 – Estratégia e tática	Página 64
4.3 – Modelos de Pesquisa Operacional	Página 67
4. 4 – Modelos de Controle de Qualidade	Página 70
5- camada do modelo operacional	
5.1 – Modelagem Orientada a Objetos (OOM)	Página 73
5.2 – Relações entre objetos	Página 75
5.3 – Alterações na modelagem	Página 78
6 – Exemplo da metodologia: Recursos Humanos	
6.1 – Necessidade de cliente: Recursos Humanos	Página 83
6.2 – Projeto do produto: Recursos Humanos	Página 84
6.3 – Projeto do processo: Recursos Humanos	Página 86
6.4 – Projeto de métricas: Recursos Humanos	Página 88
7 – Conclusões	Página 89
8 – Referências bibliográficas	Página 90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Modelo de transmissão de informação (SHANON – 1949)	Página 02
Figura 2.	Graus de abstração (TURBAN – 1998)	Página 10
Figura 3.	Dimensões do conhecimento científico (pelo autor)	Página 11
Figura 4.	Politopia (elaborada pelo autor)	Página 24
Figura 5.	Paradigmas de revolução industrial (pelo autor)	Página 28
Figura 6.	Politopia dos SIs (HAMILTON – 1974)	Página 31
Figura 7.	Camadas de modelos (SETZER – 1986)	Página 34
Figura 8.	Desenvolvimento de medicamentos (MURPHY – 1996)	Página 36
Figura 9.	Desenvolvimento de software (MUENCH – 1996)	Página 37
Figura 10.	Abordagens de projeto (RECHTIN- 1997)	Página 38
Figura 11.	Função Desdobramento da Qualidade (pelo autor)	Página 39
Figura 12.	A produção vista como sistema (FELICIANO – 1996)	Página 41
Figura 13.	A produção vista como sistema (DEMING-1986)	Página 41
Figura 14.	Modelo de usuário ou consumidor (GURGEL – 1995)	Página 46
Figura 15.	Terceirização (ADAMS – 1999)	Página 50
Figura 16.	Mercadoria vista por três enfoques econômicos (pelo autor)	Página 55
Figura 17.	Modelo descritivo da produção orientada a clientes (pelo autor)	Página 56
Figura 18.	Conceitos do modelo descritivo (pelo autor)	Página 62
Figura 19.	Modelagem da qualidade orientada a clientes (pelo autor)	Página 70
Figura 20.	Relação de generalização. (BLAHA – 1988)	Página 75
Figura 21.	Relação de agregação. (BLAHA – 1988)	Página 76
Figura 22.	Relação de associação. (BLAHA – 1988)	Página 76
Figura 23.	Nível médio para generalização (BLAHA – 1988)	Página 77
Figura 24.	Relação entre conjunto e elemento. (elaborado pelo autor)	Página 79
Figura 25.	Planejamento e execução de manutenção (pelo autor)	Página 80
Figura 26.	Alteração de atributos (elaborado pelo autor)	Página 81
Figura 27.	Alteração proposta para o nível médio (pelo autor)	Página 82
Figura 28.	Necessidade de Recursos Humanos (elaborada pelo autor)	Página 83
Figura 29.	Projeto de produto: recursos humanos (pelo autor)	Página 84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Papéis de administradores (MINTZBERG – 1980)	Página 07
Tabela 2.	Níveis hierárquicos (pelo autor)	Página 22
Tabela 3.	Concreto e abstrato	Página 32
Tabela 4.	Teoria geral de sistemas e sistemas de informações (LUCAS – 1985)	Página 42
Tabela 5.	Hierarquia de necessidades de Maslow (pelo autor)	Página 49
Tabela 6.	Formas padrão e canônicas de modelos de Programação Linear (BAZARAA–1990)	Página 67
Tabela 7.	Objetos do projeto de produto: mão-de-obra (pelo autor)	Página 85
Tabela 8.	Objetos do projeto de processo: mão-de-obra (pelo autor)	Página 87
Tabela 9.	Objetos do projeto de parâmetros: mão-de-obra (pelo autor)	Página 88

1 – Apresentação

1.1 – Sobre sistemas de informações

Por milênios, todo conhecimento era armazenado sob a forma escrita. No século XX surgiram meios eletrônicos para não apenas acumular as informações, mas também para processá-las, extraindo o material necessário para a tomada de decisões. Quando os computadores digitais surgiram comercialmente, os programas se dividiam em dois grupos: os de processamento científico, em que um grande número de operações aritméticas era executado para alcançar um resultado de interesse em cálculos de engenharia ou de ciências exatas, e os de processamento comercial, em que as operações matemáticas eram poucas, mas havia a necessidade de armazenar uma quantidade de dados muito grande. Os chamados *programas científicos* usavam a linguagem FORMula TRANslator (FORTRAN), enquanto que os *programas comerciais* usavam a COmmon Business Oriented Language (COBOL).

Em 1967, vinte e duas universidades brasileiras possuíam instalações de computação digital (PACITTI – 1967), e somente duas (PUC-RJ e FGV-RJ) eram particulares. Hoje um mesmo microcomputador presta-se a qualquer dos serviços, e a taxionomia de aplicações advém dos sistemas de informações utilizados.

Efrain Turban e Jay E. Aronson (TURBAN – 1998) apresenta uma taxionomia de sistemas de informações com as seguintes categorias: Sistemas de Processamento de Transações (TPS), Sistemas de Gerenciamento de Informações (MIS), Sistemas de Suporte a Decisões (DSS), Sistemas Especialistas (ES), Sistemas de Informações Executivas (EIS) e Computação neural. Variam estas categorias pelas *aplicações, foco, base de dados*,

capacidade de decisão, manipulação, tipo de informação, mais alto nível organizacional servido e ímpeto.

A teoria da informação, ou comunicação, originariamente lidava com **sinais**. Apesar do enfoque matemático quantitativo, a teoria da informação preocupa-se com a qualidade da informação, mais especificamente sua correção. Usando a notação p como probabilidade de o sinal estar correto, aplica-se a fórmula da entropia: $H = p \log p$. Para alcançar estados mais avançados no tempo, aplicam-se cadeias de Markov.

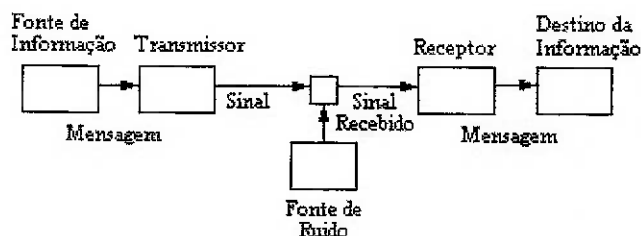


Figura 1. Modelo de transmissão de informação (SHANON – 1949)

Originariamente (SHANON – 1949), a teoria da informação preocupou-se com a transmissão de sinais através de um meio. Dado que essa transmissão estava sujeita à influência de ruído, estuda-se qual deve ser a redundância necessária para que ela chegue corretamente ao seu destino. Apesar de o trabalho de Shanon ser chamado de *Teoria da comunicação*, os trabalhos subsequentes usavam a terminologia *teoria da informação*, como a obra de Vitushkin (VITUSHKIN – 1961).

1.2 – Informações e administração

Para o general chinês Sun-Tzu, de seis séculos antes de Cristo, o conhecimento das próprias capacidades e limitações, e das do inimigo representava meio caminho andado rumo à vitória numa guerra. Seu livro clássico, **A arte da guerra**, dedica um capítulo inteiro – o último – à implantação de espiões em território inimigo, como forma de obter as informações necessárias para a condução dos combates. Também a respeito de informações, Clausewitz dedica um capítulo de seu **Da guerra**, enfocando a análise das informações recebidas, sem tratar necessariamente da questão de espionagem.

Na administração de empresas, o conhecimento se torna imprescindível, também. Para Peter Drucker, um precursor da administração moderna de empresas, *“as empresas de hoje estão estruturadas em torno de camadas de administração. A maioria dessas camadas é relé de informação, e, como relés, são muito pobres. Cada transferência de informação corta a mensagem no meio. No futuro serão necessárias poucas camadas de administração...”* (DRUCKER – 2000).

Peter Drucker advoga a importância do fluxo de informações entre empresas e sua administração, no lugar da administração de fluxos de capital ou de mercadorias. As informações sobre movimentações de capitais ou preparação de mercadorias, que trespassam as fronteiras das empresas, devem ser administradas hoje em dia como fator crítico de sucesso, o que não implica que informações não-relacionadas com mercadorias tenham, de *per si*, valor relevante para as organizações. O autor advoga que, hoje em dia, num mundo de comércio globalizado, ainda é importante possuir produtos de qualidade aliados a marcas prestigiadas, mas a chave da questão é a *logística*, à qual se deve reportar a atividade de informações da organização.

Mintzberg estabelece uma classificação dos papéis desempenhados por administradores, categorizados como interpessoais, informativos e decisórios. No entanto, depreende-se da tabela 1 que todos os papéis, em maior ou menor grau, lidam com fluxo de opiniões e conhecimentos, desta forma todos os papéis relacionam-se com informações.

Nesta monografia o autor assume informação como um conceito suficientemente conhecido, para o qual não é necessário apresentar definição. Para o administrador, contudo, as informações podem ser categorizadas como:

1. **dados**, que são as informações recebidas ou armazenadas, que deverão ser devidamente analisadas e depuradas, para futura apreciação, ou como
2. **decisões**, que são as informações emitidas pelo administrador.

A definição apresentada por Djalma Oliveira para decisão é: *“uma tomada de decisão pode ser considerada como uma seleção crítica de um curso preferencial de ação a partir de duas ou mais alternativas viáveis.”* (OLIVEIRA – 1994)

Para Sistemas de Apoio à Decisão, Turban e Aronson apresentam a definição: *“Sistema de informação baseado em computador que combina modelos e dados para tentar resolver problemas não-estruturados com envolvimento extensivo do usuário.”* (TURBAN – 1998)

Os sistemas de apoio à decisão apresentam a solução mais indicada para um determinado problema. Os modelos de auxílio à decisão são **indicativos**, jamais **imperativos**, cabendo a tomada de decisão ao administrador.

O uso de modelos científicos de auxílio à tomada de decisões, em princípio, procura

identificar a melhor solução para um problema. Outra vantagem é eliminar a angústia de tomar decisões que podem-se chamar de amargas. Suponha-se que um modelo indique serem necessários quatro funcionários num determinado centro de custos, e que haja cinco deles, obrigando a demissão ou transferência de um deles. Qual deles? *“Não se trata aqui de uma angústia que levaria ao quietismo, à inação. Trata-se duma angústia simples, conhecida por todos os que têm tido responsabilidades... Mas isso não os impede de agir: pelo contrário, isso mesmo é a condição da sua ação. Implica isso, com efeito, que eles encaram uma pluralidade de possibilidades; e quando escolhem uma, dão-se conta de que ela só tem valor por ter sido escolhida. Esta espécie de angústia, que é a que descreve o existencialismo, veremos que se explica além do mais, por uma responsabilidade direta frente aos outros homens que ela envolve. Não é ela uma cortina que nos separe da ação, mas faz parte da própria ação.* (SARTRE – 1978)

Ao se estabelecer critérios para a tomada deste tipo de decisão, já está sendo tomada uma decisão, assim como também se pode decidir pela inação (*deixar como está para ver como é que fica*). O uso de modelos de apoio à decisão facilita a racionalidade, em detrimento de preconceitos e até mesmo de princípios morais ou pessoais.

Ademais, os modelos podem maior ou menor abrangência dentro da estrutura administrativa, sendo então estratégicos ou táticos, como será visto a seguir.

Vê-se que as informações são transmitidas entre organizações e entre as pessoas dessas organizações. A questão que se coloca é: para quem uma informação é relevante. Catherine Griffiths (GRIFFITHS – 1994) discute os prós e os contras de delegar a responsabilidade pelo SI (mais contras que prós), nos casos de a responsabilidade recair

sobre o diretor de IT, diretor financeiro, unidades de negócios e a diretoria da empresa, concluindo que essa decisão depende do tamanho, estrutura, cultura, recursos e ênfase do negócio.

Peter Coad e Edward Yourdon (COAD – 1992) discutem o domínio do problema em estudo (ou seria mais apropriado dizer: o domínio do *fenômeno* em estudo?) para definir as responsabilidades do sistema de informações. Kyng (KYNG – 1995) argumenta que a responsabilidade lógica para o trabalho de projeto é da comunidade de usuários, enquanto que o desenvolvimento do aplicativo é do domínio da comunidade técnica de computação. Desta forma, advoga o uso da Unified Modeling Language (UML) para o desenvolvimento dos modelos desta camada.

Tabela 1. Papéis de administradores (MINTZBERG – 1980)

Papel	Descrição
<i>Interpessoal</i>	
<i>Representante</i>	Líder simbólico; obrigado a desempenhar um número de deveres de natureza legal ou social.
<i>Líder</i>	Responsável pela motivação e ativação dos subordinados; responsável pelo assessoramento, treinamento e deveres associados.
<i>Ligação</i>	Mantém a rede autodesenvolvida de contatos e informantes externos que fornecem favores e informação.
<i>Informativo</i>	
<i>Monitor</i>	Busca e recebe uma vasta variedade de informações especiais (muitas das quais atuais) para desenvolver uma compreensão cabal da organização e do ambiente; emerge como o centro nervoso das informações internas e externas da organização.
<i>Disseminador</i>	Transmite a informação recebida de terceiros ou de subordinados para os membros da organização, algumas das quais são factuais, outras envolvem interpretação e integração.
<i>Porta-voz</i>	Transmite as informações a terceiros a respeito de planos, políticas, ações, resultados, etc. da empresa; serve como especialista na indústria da organização.
<i>Decisório</i>	
<i>Empreendedor</i>	Busca na organização e seu ambiente oportunidades e inicia projetos de melhoria para trazer mudanças; supervisiona a projeção de certos projetos.
<i>Solucionador de distúrbios</i>	Responsável por ações corretivas quando a organização encara distúrbios importantes e inesperados
<i>Alocador de recursos</i>	Responsável pela alocação de recursos administrativos de todos os tipos – em efeito a tomada ou aprovação de todas as decisões organizacionais significativas
<i>Negociador</i>	Responsável por representar a organização na maioria das negociações

1.3 – A informação como recurso econômico

Outra forma de ver a informação é como um *recurso*, que tem *custo* e *utilidade*. A razão entre seu custo e seu benefício caracteriza seu *retorno* e diversos autores, desde R. Coase, estudam o assunto. Para qualquer recurso administrativo intensivamente utilizado, aplica-se a *Lei dos retornos marginais decrescentes*, isto é, “*aumentando-se a quantidade de um fator variável, permanecendo a quantidade dos demais fatores fixa, a produção, inicialmente, crescerá a taxas crescentes; a seguir, depois de certa quantidade utilizada do fator variável, passaria a crescer a taxas decrescentes; continuando o crescimento da utilização do fator variável, a produção decrescerá*” (MONTORO FILHO-1991).

Para mostrar este ponto de vista, veja-se o exemplo de um aluno que se submete a uma prova de uma disciplina. Pode-se atinar que a prova tem n questões discorrendo sobre N assuntos. Chamando de esperança o somatório da probabilidade de o aluno tirar uma nota qualquer vezes essa nota, no caso particular de os assuntos terem o mesmo grau de dificuldade e a mesma probabilidade de incidirem na prova, a esperança será proporcional à quantidade de assuntos estudados pelo aluno.

Contudo, se a prova for constituída por questões de *dificuldade crescente*, fato comum em provas de vestibular, na medida em que o aluno estuda mais tópicos, sua esperança de nota aumenta numa proporção maior; à medida que o aluno estuda mais pontos, torna-se proporcional seu esforço e a esperança de nota e, finalmente, seu esforço é menor que a esperança de nota. Assim como os alunos aprovados encontram-se na última faixa, as empresas que utilizam um sistema de informações estão na faixa do retorno marginal decrescente quanto ao recurso informação.

Além disso, o aluno terá *escassez de recursos*, como tempo para estudo, livros a serem tirados na biblioteca etc., portanto o aluno deverá alocar seus recursos de modo a maximizar as notas em todas as disciplinas. A informação pode ser vista como um recurso qualquer.

O autor considera que o maior volume de informações necessário para administrar a empresa hoje em dia cria dificuldades não apenas gerenciais, mas também atua como fator limitante de crescimento para a empresa. Nesta monografia o autor assume, como *conjectura*, que, ao se permitir a tomada de decisões por um número de maior de agentes *ad-hoc*, através da delegação, permitirá que a atividade de tomada de decisões baseada em dados se situe numa faixa de *rendimento marginal* maior do que se houver centralização de informações e de decisões.

1.4 – Validade da informação - previsibilidade

Nesta monografia – como em qualquer outra – o interesse recai apenas em conhecimentos que tenham caráter científico, sobre o qual escreve Newton Costa: “*Em síntese, conhecimento é a crença verdadeira e justificada. Esta é a denominada definição padrão do conhecimento, aceita por numerosos autores. Ela afirma, basicamente, o seguinte: X conhece a proposição p se e somente se X crê em p , p é verdadeira e a crença em p é justificada.*”(COSTA – 1997)

Ocorre um outro problema epistemológico: a modelagem das informações, não distinguindo conhecimento e dados, é questionável. O esquema pode ser visto na página 2.

Rigorosamente, os assim chamados *Dados* são uma *categoria objetiva*, enquanto que o *conhecimento* é uma *categoria subjetiva*. Pode-se afirmar que a relação entre o diâmetro e perímetro de uma circunferência é dada pela constante *pi*. Esta relação é intrínseca a essa figura geométrica, mas o fato de alguém *conhecê-la* ou não, em nada influencia sua *existência*. Vê-se a dualidade cartesiana: **dados** objetivos (*res extensa* – categoria objetiva) são assimilados como **conhecimento** (*res cogitans* – categoria subjetiva).

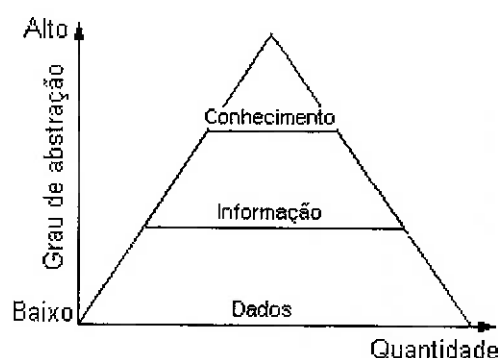


Figura 2. Graus de abstração (TURBAN – 1998)

O caráter subjetivo do conhecimento é sublinhado por Peter Drucker: “*O cirurgião necessita da sala de operações do hospital e de todo seu dispendioso equipamento de capital, Todavia, o seu verdadeiro investimento de capital são doze a quinze anos de treinamento e o conhecimento resultante, o qual o cirurgião leva de um hospital para outro. Sem este conhecimento as dispendiosas salas de operação de um hospital de nada servem.*” (DRUCKER – 1999)

É difícil estabelecer o que é uma verdade científica, quanto mais definir apenas o que é verdade. A ciência cujo objetivo é estudar a verdade, chama-se Lógica. Ainda que, ao se tratar de Lógica, quase sempre nos atenhamos à Lógica formal, existem outros prismas que devem ser relevados ao lidar com informações e verdades, na administração.

George Henrik von Wright (VON WRIGHT – 1951) estabelece que a **ciência** tem três dimensões:

1. *ciência formal*, baseada no método dedutivo;
2. *ciência material descritiva*, responsável pela coleta sistemática de dados, e;
3. *ciência material teórica*, que antecipa os fatos a partir da experiência.

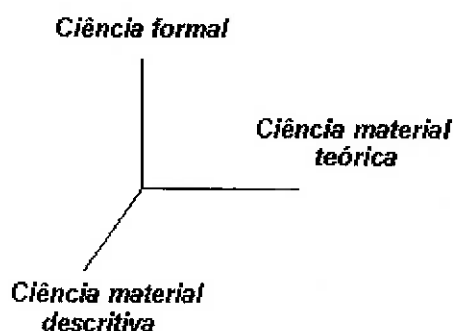


Figura 3. Dimensões do conhecimento científico (elaborado pelo autor)

Desta maneira, uma ciência qualquer estará mais ou menos próxima de uma dessas dimensões: Álgebra e Geometria, tipicamente, são ciências formais; o trabalho de contadores e de policiais, ainda que aparentemente desprovido de método científico, encontra-se próximo do que se chama de ciência material descritiva, e as projeções de economistas e administradores têm a ver com ciência material teórica. Os cálculos de uma caixa de transmissão seguem modelos formais; os materiais foram estudados como ciência material descritiva; e a vida útil do equipamento pode ser depreendida com base na ciência material teórica.

A administração de produção lida com verdades materiais. Os modelos aplicados podem ser de *controle* – ciência material descritiva – ou de *planejamento* – ciência material teórica.

Aplicar conceitos de lógica formal nem sempre é fácil. Por exemplo, pode-se ver a Lei da Contradição ' $\sim p = p$ ', em que a dupla negação implica a afirmação. De acordo com Wittgenstein, "*Nós podemos imaginar seres humanos com uma lógica 'mais primitiva', na qual apenas para certas sentenças há alguma coisa correspondendo a nossa negação: diga-se como que contendo nenhuma negação. Na linguagem dessas pessoas, então, uma sentença como 'Ele está indo para casa' pode ser negada; mas eles podem entender uma dupla negação como mera repetição, nunca como o cancelamento da negação*" (WITTGENSTEIN – 1978). Esse é justamente o caso da Língua Portuguesa. Ademais, a *Primeira Lei da Dialética* (negação da negação) afirma que, numa mudança de estado, quando uma coisa deixa de ser o que atualmente é, passa a outro estado, e, em se transformando novamente, não voltará ao estado anterior. Isto porque a dialética leva em conta a *irreversibilidade*, ao contrário da lógica formal aristotélica, que é estática.

O administrador lida com verdades materiais, e não com as verdades formais. Portanto seu método de trabalhar informações deve-se apoiar na lógica indutiva, pois a lógica dedutiva conduz apenas a verdades formais. O Ocidente, desde Aristóteles, buscou verdades formais para a ciência, dando mais valor à demonstração formal de um resultado do que à sua validação ou aderência. Os modelos matemáticos procuram alcançar uma *verdade formal*, isto é, necessária, lógica ou analítica (VON WRIGHT – 1951). Quando cuida-se de casos concretos, seja em ciências naturais ou em engenharia, deve-se buscar uma *verdade material*, isto é, contingente, empírica ou sintética. A verdade formal encontrada pode ser aplicada à totalidade de casos em estudo, e neste caso tem-se uma Lei, ou pode ser aplicada a um número restrito de casos em estudo, e neste caso tem-se um Princípio. Quanto maior for a proporção dos casos a que se aplica o modelo, maior será a validade.

Galileu Galilei (1564-1642) questionou os postulados da ciência aristotélica, quando subiu ao alto de uma torre e deixou cair duas pedras de pesos diferentes, provando ambas cairiam ao mesmo tempo no chão, apesar de a ciência aristotélica afirmar que a mais pesada chegaria antes ao solo, e, por esse desafio a preceitos estabelecidos, foi mandado a um tribunal do Santo Ofício. Por muito tempo – para não dizer até hoje – primeiramente formula-se um modelo analítico, e, depois, tenta-se aplicá-lo ao mundo real, em vez de modelar o mundo real como ele é.

A respeito desse episódio, Bertrand Russell escreveu que “*Aristóteles, diga-se de passagem, foi uma das maiores infelicidades da humanidade. Ainda atualmente o ensino da lógica na maioria das universidades está eivado de erros pelos quais ele é o responsável*” (RUSSELL – 1956).

No caso da *ciência material descritiva*, o SI faz o registro de informações gerais da empresa, enquanto que no caso da *ciência material teórica* é feita a antecipação de cenários com que a empresa se pode confrontar, e é a base para a tomada de decisões.

Nicolau Maquiavel, em seu **A primeira década de Tito Lívio**, recorda um aforismo do apogeu do Império Romano: “*estudamos História para não repetir no futuro os erros do passado*”. Não é apenas evitar repetição de erros que nos proporciona manter uma base de dados históricos: a partir deles pode-se avaliar qual pode ser eventualmente a melhor decisão.

Desta forma, usa-se a indução (mas não a *indução vulgar* ou *indução por enumeração*) para prever os fatos e, no caso da engenharia, tomar decisões. Há duas formas de indução baseada em memória: a de primeira ordem e a de segunda ordem. No primeiro caso, em que se considera a probabilidade de o fato ocorrer sob certas condições e se sabe que estas condições serão repetidas; a inferência será chamada de **predição**. No segundo caso, não se sabe se as condições serão repetidas, e a inferência será chamada de **antecipação**.

Na engenharia de produção, há vários casos em que esta distinção se aplica. O *Controle Estatístico de Processos* separa *causas comuns* e *causas especiais* de variação nas métricas de qualidade para avaliar a capacidade do processo. No primeiro caso, tem-se a *predição*, e, no segundo, a *antecipação* de resultados, pois não se sabe se a produção está sob efeito de causas especiais.

No caso do *planejamento*, os modelos aplicados também devem ser estocásticos, seja no controle de estoques, roteamento de máquinas ou problemas de distribuição física.

Também na previsão de demanda, podem ocorrer causa especiais que alterem a quantidade de itens demandados, não necessariamente sob o planejamento do administrador. Num caso estão as variações causadas por mudança na propaganda; no outro, mudanças causadas por fatores externos, decididos por concorrentes, ministros de Estado etc.

Um conhecimento precisa ser **justificado**. Sabe-se, desde Aristóteles, que $a = a$. Será mesmo? A questão é: o que nós chamamos (conhecimento subjetivo) de a realmente é (existência objetiva) a ? O lote de componentes mmm-n que está sendo feito na máquina mmm-m realmente é um lote do *componente* ou é um lote de *sucata*? É necessário justificar que o lote atende às especificações e, portanto, é realmente um lote de componentes e não um lote de sucata. Para Von Wright (VON WRIGHT – 1951), **a base da justificação em ciências materiais é a indução**. Ferramentas baseadas em heurísticas são utilizadas para problemas de seqüenciamento de produção, e, assim como a análise multidimensional, podem ser utilizadas em sistemas de *data mining* (HEDBERG – 1995).

Bertrand Russell afirma que a repetição de um experimento, ocorrendo nas mesmas condições, deve apresentar os mesmos resultados. E justamente esta repetição consolida a validade do conhecimento. Contudo, os resultados obtidos não devem necessariamente ser iguais, mas seguir o mesmo comportamento. Espera-se que os resultados tenham a mesma média e o mesmo desvio padrão, pois a coleta dos dados experimentais, medidos várias vezes, resulta num conjunto que pode ser explicitado como média e desvio-padrão. “*É interessante notar que as ciências exatas são baseadas na idéia da aproximação*” (RUSSELL – 1956). A Engenharia de Qualidade busca identificar, através da coleta sistemática de dados, quais são as causas especiais ou comuns – *condições* – que afetam as

características do produto.

No século XX ocorreu uma intensa discussão entre os que supõem que o Universo é determinístico, portanto previsível, e os que atinam que o Universo é estocástico, portanto imprevisível. Os primeiros apóiam-se na teoria da relatividade e, mais tarde, na teoria do caos. Os últimos apóiam-se na mecânica quântica ou estatística.

A conhecida lei da mecânica clássica, $\vec{F} = \frac{d}{dt}(m \cdot \vec{v})$ também chamada de *princípio da previsibilidade*, infere que, sendo conhecidos o momento linear e a posição de cada partícula no Universo, seria possível prever suas trajetórias, e desta prever o futuro. O princípio da incerteza de Heisenberg afirma ser impossível conhecer a posição e o momento linear de um elétron ao mesmo tempo *a menos de um erro delimitado*. Essa incerteza não é apenas devida a eventuais erros de medição, ou mesmo à presença do observador, mas a propriedades intrínsecas da matéria.

Os deterministas, ao apresentarem a física do caos, retomam a teoria das bifurcações de Poincaré. O mapeamento de Feigenbaun indica a repetição de padrões das bifurcações das equações, portanto pode-se prever o comportamento destas equações. Contudo, os cálculos necessários para alcançar o resultado não são nada simples. A utilização de supercomputadores para a previsão meteorológica, baseada em correntes de convecção, pode fornecer resultados confiáveis para um curto período de tempo, e essa confiabilidade se reduz quanto maior for o período em estudo. *“Lembre-se: prever o tempo é uma coisa. Prevê-lo corretamente é outra”*. (STEWART-1989)

Quando é aplicado o conceito de entropia na evolução do sistema dinâmico, conclui-

se pela imprevisibilidade. Bem, isto é o que afirma Prigogyne, eminente estudioso do assunto. *“O indeterminismo, defendido por Whitehead, Bergson ou Popper, impõe-se doravante na Física. Mas ele não deve ser confundido com a ausência de previsibilidade, que tornaria ilusória toda a ação humana. É de limite à previsibilidade que se trata.”* (PRIGOGINE-1996) Parece-nos haver uma retomada do conceito de indeterminismo nos últimos anos, mesmo após o surgimento da teoria do caos.

É de se notar o aumento de modelos estocásticos em detrimento de modelos determinísticos. Ao aplicar um modelo matemático para representar um fenômeno do mundo real, é necessário, além de mostrar que o modelo tem solução viável, que ele também representa convenientemente o fenômeno representado, e que os dados de entrada no modelo produzirão as mesmas saídas que se notam no fenômeno real.

Desta forma, primeiro é representado o mundo real de uma forma simplificada e descritiva, aplica-se o modelo matemático que se supõe o mais indicado e, depois, verifica-se se o modelo matemático apresenta **aderência** ao fenômeno representado. A indução é base da demonstração de aderência de modelos analíticos aos fenômenos do mundo real, portanto deve ser usado um modelo probabilístico para este fim.

Outro problema do uso de modelos matemáticos determinísticos é o conjunto de condições em que o modelo pode ser aplicado. No caso de modelos de otimização, procura-se trabalhar numa região da função em que a convexidade esteja garantida. Não são poucos os casos de modelos determinísticos que devem receber estudo de aderência, visando a conhecer quais as condições favoráveis para a aplicação de hipóteses simplificadoras.

1.5 – Modelos e paradigmas

Para Thomas S. Kuhn (KUHN – sem data) os paradigmas possuem *lei, teoria, aplicação e instrumentação*. Este autor considera maior importância para o subjetivismo do paradigma, pois desta forma o cientista pode escolher quais os fenômenos devem ser estudados para a construção do paradigma, e como o cientista virá a utilizar os conhecimentos para construir equipamentos para experiências que possam justificar as teorias defendidas. O enfoque objetivo do paradigma, isto é, sua estrutura interna e as leis de lógicas em que repousa, torna-se de menor importância, ainda mais porque variam com a mentalidade histórica dos cientistas. Para Kuhn, a Mecânica Clássica segue o paradigma de *partículas*, enquanto que, para Prigogine, segue o paradigma de *trajetórias*, e a Mecânica Quântica segue o paradigma de ondas.

Acontece que “*O mundo é tudo o que ocorre. O mundo é a totalidade dos fatos, não das coisas*”. (WITTGENSTEIN – 1968) A ciência não se preocupa com objetos, e sim com *fenômenos*.

As principais ferramentas analíticas de previsibilidade seguem o paradigma de trajetórias. A análise de gráficos, seja na análise de investimentos, seja em Controle Estatístico de Processos (CEP) (MONTGOMERY-1997), carrega em si a idéia de uma continuidade que pode ser representada por uma *trajetória*. Continuidade não apenas da função, mas também do comportamento da função, como se esta não tivesse *singularidades*.

A partir do mundo real, constrói-se uma representação dele, um modelo. Falta, pois, discutir o que é modelo e o que é paradigma.

Um *paradigma* tem um núcleo, chamado *modelo*, baseado em lógica dedutiva ou indutiva, e *condições*, que podem ser objetivas ou subjetivas. O modelo é como uma caixa preta, com entradas e saídas, que necessariamente são informações. No caso de modelos matemáticos, essas informações são números, chamados de variáveis (HADLEY – 1979).

O paradigma procura seguir o mesmo comportamento do *objeto* ou *fenômeno* em estudo. Para que o paradigma seja corretamente aplicado, é necessário, primeiramente, que o modelo seja *válido* (tenha *coerência interna*), e depois que o paradigma – modelo mais atributos – seja *aderente* aos casos que merecem nossa atenção (tenha *coerência externa*).

Para testar a validade do *modelo* é necessário impor *condições*. Por exemplo, para simular um circuito elétrico de corrente contínua, baseado nas duas leis de Kirchhoff, pode-se usar um modelo matemático restrito ao corpo dos números reais (*condição*). Contudo, este modelo não tem *aderência* para circuitos de corrente alternada. É necessário um novo modelo que baseado no corpo dos números complexos (*nova condição*).

Outro exemplo: sabe-se da Geometria colegial que a soma dos ângulos internos de um triângulo é 180 graus. Por outro lado, após o Teorema de Lobachevsky, vê-se que isto nem sempre é verdade, pois o resultado pode variar para menos. A demonstração que resulta em exatos 180 graus tem, como *condição*, a Geometria Euclidiana, e nesta geometria não existe o conceito de *infinito*.

Um outro exemplo é o cálculo de uma viga de concreto, através do modelo de momento fletor. As condições do material são: homogeneidade, elasticidade, isotropia e linearidade. Acontece que o concreto armado não é homogêneo, elástico ou isotrópico. Mas, dentro de certas condições de carga o modelo funciona! Isto se deve à aderência do

modelo de viga à própria viga real.

O cálculo da viga segue um modelo *formal*, analítico e dedutivo, portanto é uma *verdade formal*. Para que o paradigma da viga homogênea, elástica e isotrópica represente uma viga real, e isto se torna uma *verdade material*, é necessário fazer experiências que consolidem a validação do paradigma e definam em quais faixas de cargas o modelo é válido, e isto é uma metodologia sintética, indutiva e empírica.

No caso da referida viga, quando uma carga lhe é aposta, a viga fletirá e, ao retirar a carga, a viga voltará à posição anterior. Isto realmente é verdade? Ou o deslocamento pode atingir a fase de resposta plástica? Ou pode até mesmo ocorrer fadiga ou fratura do material?

Um conhecido clube de futebol teve sua arquibancada calculada como foi visto acima. O modelo tem coerência interna. No entanto, uma das condições do *paradigma de estrutura* de arquibancada era a submissão a cargas estáticas. Como os torcedores pulam ciclicamente, a arquibancada entrava em ressonância, podendo colapsar. Um novo *paradigma de estrutura* de arquibancada, que considera cargas dinâmicas, pressupôs um modelo matemático de apoios de vigas elásticas com amortecimento, e o problema de Engenharia foi resolvido a contento.

É comum acreditar que a prática deve ser conduzida por uma teoria, mas as teorias nem sempre são adequadas para representar a realidade material. Várias são as escolas de Filosofia, Lógica e Epistemologia que afirmam que o Universo real tem precedência sobre teorias abstratas. Também a respeito da questão envolvendo teoria e prática, Chebychev escreveu: “*A concatenação entre teoria e prática apresenta os resultados mais saudáveis, e*

o lado prático não é o único que se beneficia; as próprias ciências avançam sob sua influência, pois são apresentadas a novos objetos de pesquisa ou são atualizados aspectos de objetos familiares... Se a teoria ganha muito das novas aplicações de um velho método ou de seus novos desenvolvimentos, então ela se beneficia ainda mais de da descoberta de novos métodos, e neste caso também, a ciência encontra a si mesma como um guia verdadeiro para assuntos práticos.” (GNEDENKO – sem data)

1.5.1 – Paradigma de produção da primeira revolução industrial

Antes da revolução industrial, os bens de consumo fabris eram produzidos em pequenas oficinas, as quais eram estritamente familiares, no caso de teares, em que a estrutura familiar se confundia com a estrutura da oficina, ou pertenciam a corporações de ofício e, neste caso, a estrutura de funcionários tinha três níveis hierárquicos: aprendizes, oficiais e mestres. Em comum, o trabalho nestas oficinas destinava-se ao sustento dos trabalhadores e de seus familiares, sendo vedado o lucro, visto como forma de usura pela Igreja Católica (WEBER – 1987).

O acúmulo de capital através de exploração de colônias fora da Europa, bolsões de desempregados originados por crises de produção no campo e máquinas com automação mecânica, movidas a vapor, dentre outros fenômenos históricos, foram as condições objetivas para o surgimento da primeira revolução industrial.

As finanças das empresas eram estudadas por guardas-livro, que faziam os registros contábeis para apuração do lucro e dos tributos devidos. A estrutura hierárquica foi alterada, sendo tomado o exemplo das Forças Armadas.

Tabela 2. Níveis hierárquicos (elaborada pelo autor)

<i>Organização militar</i>	<i>Empresa</i>
Oficiais-Generais mais Embaixadores	Diretores mais Conselheiros dos Acionistas
Oficiais-Superiores	Altos gerentes
Oficiais Intermediários e Subalternos	Médios gerentes
Praças graduadas	Chefias e capatazes
Soldados	Operários, ajudantes e auxiliares

1.5.2 – Paradigma de produção da segunda revolução industrial

À medida em que o capitalismo foi-se tornando o modo de produção principal, surge o fenômeno da concorrência, que obrigou as empresas a evoluir para não perecer. Clemente Nóbrega (Nóbrega – 2000) afirma que, na virada do século XIX para XX, nos Estados Unidos da América, havia dois mil fabricantes de automóveis e cinco mil empresas de transporte ferroviário.

Para esta nova revolução industrial, máquinas operatrizes e energia elétrica foram as condições objetivas. A contabilidade tem uma nova especialização, a contabilidade de custos, com vistas à **otimização** do aproveitamento de recursos. Começam a ser feitos estudos de lote econômico de compra, de tempos e métodos e de padronização dos produtos, com vistas ao *aproveitamento racional de recursos*.

A segunda revolução industrial aprimora o modelo militar, impondo, além da hierarquia, horários de trabalho rígidos e uniformes de trabalho à guisa de fardas. Com os estudos de Taylor, surge o conceito de **especialização** - operários fortes e intelectualmente débeis para carregar vagões de minério, e operários mais hábeis para trabalhar em montagem e ferramentaria - e uma nova organização de recursos humanos:

“Tal organização consiste, no caso, em encarregar:

um grupo de homens de desenvolver a ciência do trabalho, mediante o estudo dos tempos, como foi descrito;

outro grupo mais hábil de auxiliar e orientar, como instrutores, os operários no serviço;

outro grupo de armazenar as ferramentas e guardar todo o material em perfeita ordem;

outro, enfim, de planejar o trabalho, com antecedência, a fim de mobilizar os

homens sem perda de tempo e de determinar a sua remuneração diária etc.

...

A administração científica, em sua essência, consiste em certa filosofia que resulta, como foi antes explanado, em uma combinação dos quatro grandes princípios fundamentais da administração:

desenvolvimento de uma verdadeira ciência;

seleção científica do trabalhador;

sua instrução e treinamento científico;

cooperação íntima e cordial entre a direção e os operários.” (TAYLOR-1971)

A especialização refere-se não apenas aos funcionários, mas também às divisões internas da empresa. Há uma seção ou um departamento para projetar os produtos, controlar qualidade, vender ou comprar, administrar estoques etc. Esses departamentos ou seções são direcionados para as suas funções sem a ingerência dos demais departamentos ou seções. Este fenômeno chama-se **politopia** e pode-se resumir como: “*Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar*”. Não é apenas do ponto de vista funcional que existe a separação dos centros de custos, mas também a separação das informações, que não costumam ser compartilhadas entre estes.

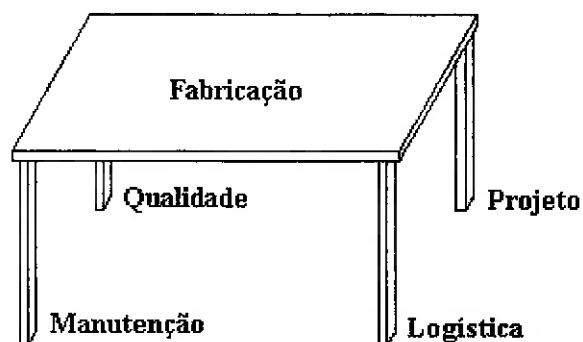


Figura 4. Politopia (elaborada pelo autor)

O modelo pictórico acima representa que a fabricação apóia-se em quatro atividades basilares, mas não estabelece uma relação entre estas, que são mantidas separadas. Essa falta de comunicação entre centros de custos é uma característica dos administradores durante a segunda revolução industrial e acabou sendo solucionada com a matriz de *funções* da empresa.

A padronização dos produtos leva à padronização das operações. Começam a ser aplicados métodos de controle de qualidade.

Um conceito surgido na segunda revolução industrial e assimilado pela terceira revolução, a partir de plantas químicas, é a **modularização**. Existe um tamanho ideal para uma fábrica ou uma loja. Quando a fábrica atinge sua capacidade máxima de produção, é mais econômico construir outra do mesmo tamanho do que ampliar a já existente. A modularização pode ser percebida em serviços: quando uma escola ou um hospital atinge sua capacidade, em vez de ampliá-los, a atitude correta é construir uma nova unidade. A cadeia de lojas MacDonald's aplica esse conceito à risca, e é possível encontrar lojas muito próximas umas de outras, mas todas com aproximadamente as mesmas dimensões.

Alvin Tofler (Tofler-1980), baseado no conceito de modularização, afirma que a sociedade está direcionada para o fim das mega-empresas e megalópoles, buscando um tamanho ótimo para o crescimento de qualquer organização. Quando a empresa crescer demasiadamente, é melhor cindi-la em empresas menores e mais facilmente administráveis. No entanto, não é isso que se observa, particularmente no caso da Microsoft. Uma empresa ou cidade aumentará seu tamanho até que fatores limitantes de crescimento oprimam seu desenvolvimento. Num relatório científico, Biebracher et alli escrevem: "*A superioridade*

dos sistemas auto-organizadores é ilustrada pelos sistemas biológicos, em que produtos complexos são formados com uma precisão, uma eficiência, uma velocidade sem iguais!”

(BIEBRACHER-1995)

1.5.3 – Paradigma de produção da terceira revolução industrial

A disseminação de circuitos eletrônicos digitais, derivação da Física do estado sólido, propiciou a terceira revolução industrial, também chamada de **automação**.

Mais que otimizar a produção, o uso de circuitos digitais proporciona a redução de custos de não-conformidade. Ademais, várias tarefas consideradas arriscadas ou mesmo perigosas, como o trabalho em siderurgia, beneficiam-se por expor menos os operários em operações que podem ser executadas por máquinas. Erros humanos em plantas petroquímicas, que têm como consequência imediata a inutilização de equipamentos ou mesmo acidentes, também são reduzidos com a automação.

Em oposição ao ponto de vista de Taylor de administração de recursos humanos (autocrático, impositivo e autoritário), chamado de *teoria X*, por Douglas McGregor, surge outra posição (democrática, consultiva e participativa), chamada de *teoria Y*. Frederick Herzberg separa as causas de um funcionário trabalhar, no primeiro caso (*teoria X*), são fatores higiênicos ao passo que no segundo caso (*teoria Y*) são fatores motivacionais. Neste segundo caso o funcionário estaria disposto a assumir responsabilidade e manifestar liderança, e desta forma é possível tomar **decisões** no nível hierárquico em que serão executadas.

Além da especialização dos funcionários, surge o conceito de **capacitação**. Os funcionários precisam ter uma formação que lhes permita desempenhar suas funções a contento, tomar decisões sobre o trabalho e evoluir na carreira.

Essa evolução na ciência e na filosofia foi assimilada pela administração. Grande parte dos modelos administrativos – controle de estoque, Controle Estatístico de Processos

(CEP), previsão de demanda – são modelos estocásticos, em substituição crescente a modelos determinísticos, como o controle de qualidade baseado em gabaritos passa-não-passa, por exemplo.

Não se trata apenas do uso de modelos deterministas ou aleatórios, mas a mudança de mentalidade dos administradores, que passam a duvidar de verdades formais quando têm de tomar decisões.

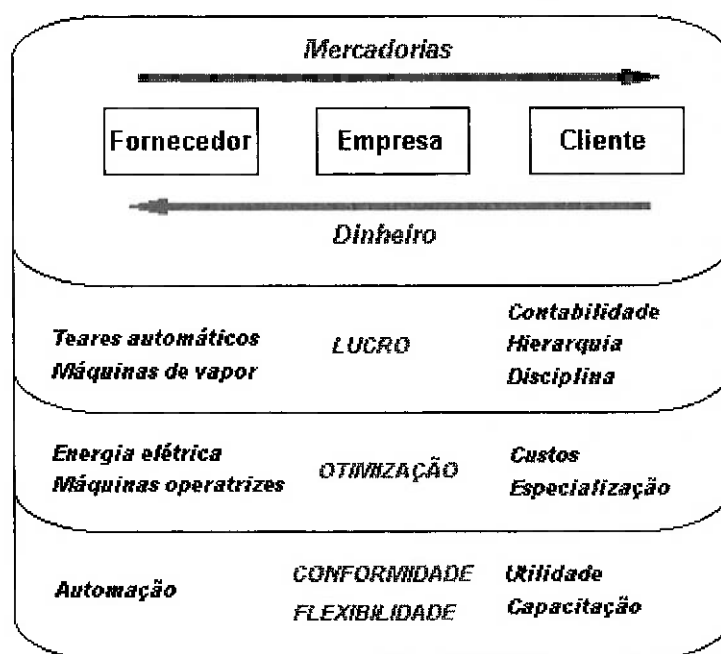


Figura 5. Paradigmas de revolução industrial (elaborada pelo autor)

As três revoluções industriais tinham um modelo básico comum: a partir de recursos adquiridos de fornecedores, executam operações para produzir a mercadoria, que é repassada a clientes. Há um fluxo de mercadorias, de fornecedores para clientes, e inversamente, um contra-fluxo de dinheiro, de clientes para os fornecedores.

Conforme a evolução tecnológica, mudam não apenas as condições objetivas, mas

também as subjetivas que, mais do que conceituais, tornam-se ideológicas, formando paradigmas:

1. administração de *empresas*, na primeira revolução industrial, copiada da administração de corpos militares e de empresas de comércio, com os conceitos de *hierarquia e disciplina* e *economia de escala*;
2. administração de *produtos*, na segunda revolução industrial, com os conceitos de *otimização, modularização e especialização*;
3. administração de *processos*, iniciada com as plantas petroquímicas, introduzindo os conceitos de *capacitação e automação*.

Interessa notar que os sistemas de informação passaram por essas mesmas três fases, apesar de a primeira revolução industrial ter eclodido na segunda metade do século XVIII e os computadores digitais terem surgido nos anos 1950.

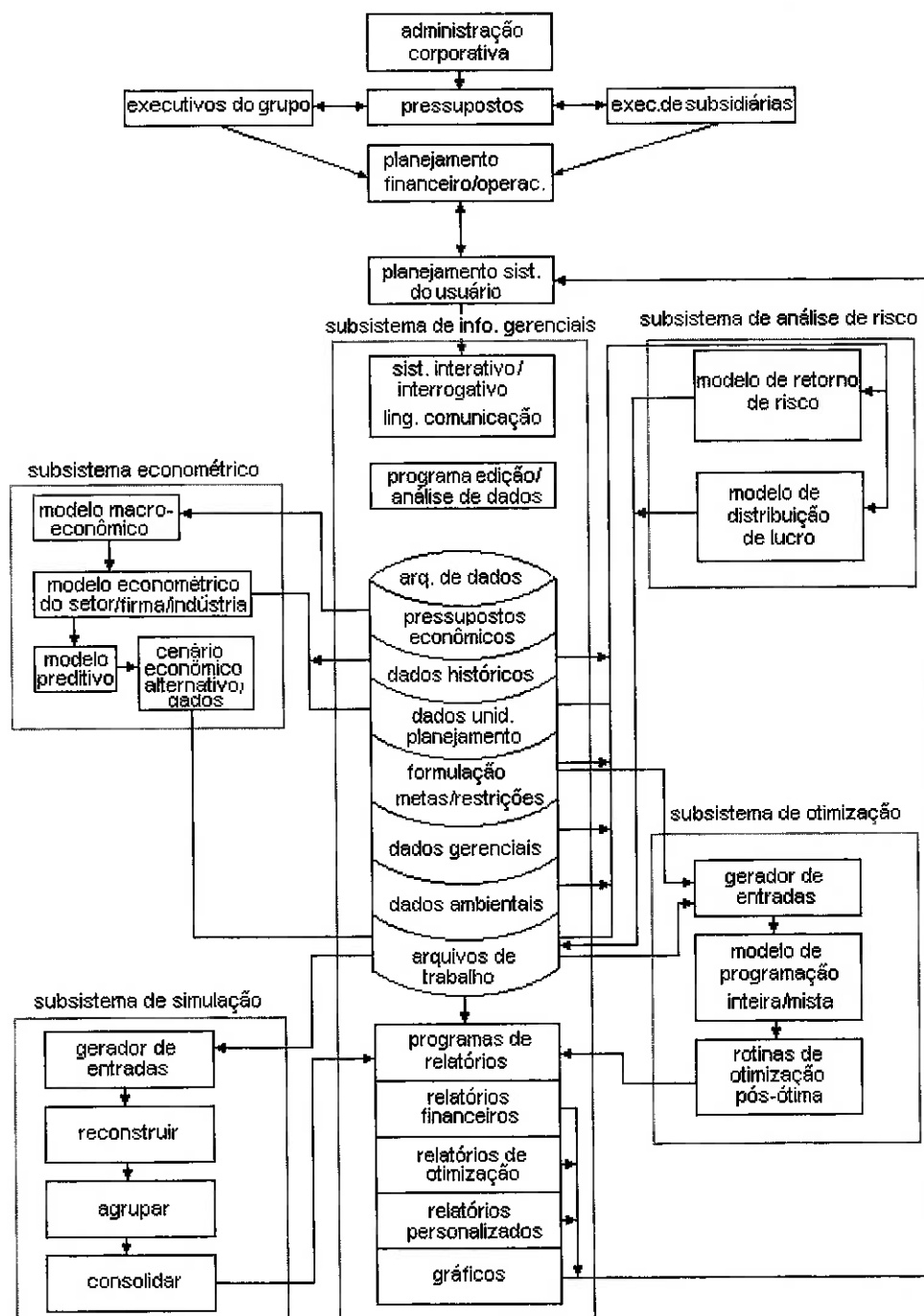
1.5.4 – Paradigmas de produção e sistemas de informações

Os primeiros sistemas de informação preocupavam-se com rotinas contábeis como folha de pagamento, posições de estoque, transações bancárias etc.

Nos anos 1970 surgem programas especializados para diversas funções, como planejamento de necessidades de recursos, programação de produção etc. Esses programas dificilmente usavam a mesma base de dados, não sendo esta compartilhada e não interagindo com outros programas. Nessa época, não havia sistemas de informações que fizessem simultaneamente o planejamento de necessidades de recursos e a programação de produção, que são tarefas umbilicalmente relacionadas (ORLICK – 1994). Pode-se visualizar melhor a distribuição de sistemas na figura abaixo, dessa época: (HAMILTON – 1974)

Nos anos 1980-1990 surge a automação de escritórios, e máquinas de somar ou de escrever foram substituídas por computadores de preço acessível. Não apenas a automação de atividades produtivas, mas também as administrativas, tiraram proveito da redução de preços de componentes eletrônicos da terceira revolução industrial. Enfim, o que a indústria evoluiu conceitualmente em dois séculos e meio, a informática evoluiu em cinco décadas, assimilando alguns conceitos e ideologias, e descartando outros.

O problema é que a sociedade está entrando na era pós-industrial e é necessário criar novos paradigmas para a administração em base global. Somente após a formulação de algum modelo administrativo, que oriente o administrador dentro das novas condições de produção, pode-se iniciar o trabalho da modelagem de um sistema de informações para dar o apoio à tomada de decisões na empresa.



o sistema de planejamento estratégico Hamilton, W. F. e Moses, M. A.
A computer-based corporate planning system, 1974, The Institute of Management Sciences

Figura 12. Politopia dos SIs na 2ª. revolução industrial. (HAMILTON – 1974)

1.6 – Camadas lingüísticas de modelos

Um enfoque corrente na modelagem é o trabalho com camadas de modelos, que partem do mundo real até chegarem à camada da máquina (hardware). O conceito de nível é usado em analogia ao nível das linguagens computacionais: quanto mais alto o nível, mais próximo da linguagem coloquial. Para estudar melhor este ponto, é proveitoso estudar a metodologia dos níveis de modelos, como é apresentada pelo prof. Valdemar Setzer (SETZER – 1986), na figura 7. Cada camada possui suas próprias subcamadas.

Pelo paradigma de representações de bancos de dados, tradicional, maior seria o nível de abstração quanto mais distante do mundo real, como pode ser visto na figura abaixo. Contudo, para os analistas habituados com a OOM, maior será o nível de abstração quanto mais distante da camada de máquina (BLAHA – 1988).

Tabela 3. Concreto e abstrato (elaborada pelo autor)

<i>Concreto</i>				<i>Abstrato</i>			
<i>Individual</i>	–	estamos	estudando um	<i>Geral</i>	–	estamos	estudando uma
fenômeno ou objeto em particular				propriedade ou comportamento para uma classe de fenômenos ou objetos			
<i>Casual</i>	–	a propriedade ou comportamento		<i>Necessário</i>	–	a propriedade ou	
pode ou não estar presente				comportamento deve estar presente			
<i>Contingente</i>	–	a propriedade	ou	<i>Essencial</i>	–	a propriedade	ou
comportamento não tem relevância				comportamento é importante para o juízo que fazemos			

Em Inglês, a palavra *abstract* significa resumo, e *abstraction* é, dentre outras acepções vulgares como furto ou desassoreamento, o ato de apreender as propriedades ou comportamentos mais importantes do fenômeno ou objeto que se está estudando.

O ato de abstrair separa o individual, casual e contingente do geral, necessário e essencial. Whitehead propõe uma escala (ou hierarquia) de abstração e Russell afirma que a abstração não se refere a propriedades comuns a vários entes, mas a classes de objetos relacionados entre si de alguma forma. (MORA – 1971)

O sentido de abstração usado comumente é o de realçar as qualidades essenciais do objeto, e desta maneira falar em escala de abstração indica um nível de detalhe ou de complexidade. É o enfoque dos engenheiros de hardware, que partem da Física do estado sólido até a Álgebra de Boole em níveis de transistores ou de chaveamento, em cada nível alterando o objetivo e a formulação matemática.

Interessa notar que a Engenharia de hardware baseia-se em ciências naturais (Física Quântica e Eletromagnetismo) em que se busca a relação de *causalidade entre fenômenos*, e desta forma, para cada camada haverá um *nível de complexidade* ou de *detalhamento* menor, partindo do estudo de cada elétron, do fluxo de elétrons em materiais semicondutores, diodos, chaveamentos até a Very Large Scale Integration (VLSI).

A produção é um fenômeno econômico, devendo ser encarado como uma ciência humana. Neste caso, as relações de causa-e-efeito devem ser substituídas pelo conceito de intencionalidade. Ao fazer um modelo de hardware, estaremos interessados no *objetivo do modelo*. No caso de software para administração de produção, além do objetivo do modelo, é necessário destacar o *objetivo do fenômeno* em estudo.

Pretende-se usar o termo abstração também como generalização, desta forma as camadas de modelos – na Engenharia de software – vistas acima não têm alterações quanto a complexidade ou objetivos, e sim com relação à linguagem utilizada para expressá-la.

No caso de software, não deve haver maior ou menor complexidade entre as camadas de modelos. Todos os elementos – objetivo, métricas, objetos envolvidos etc. – devem estar representados em cada camada.

seres, objetos organismos, fatos	mundo real	organização: alterações
informações informais	modelo descritivo	descrição das estruturas e das transformações
informações formais	modelo conceitual	estruturas de informações: especificações de manipulação
dados	modelo operacional	estruturas externas de dados especificações e programas de manipulação
cadeias de bits e bytes	modelo interno	estruturas internas de arquivos e tabelas; programas interpretáveis ou executáveis

Figura 7. Camadas de modelos (SETZER – 1986)

A diferença entre uma camada e outra é a linguagem utilizada. Desta forma, são apresentados:

- Modelo descritivo, em que se representam, pictoricamente e por linguagem coloquial, o fenômeno em estudo. Nesta camada o enfoque é *sintético*;
- Modelo conceitual, utilizando linguagem matemática, os objetivos a serem alcançados pelo fenômeno sob controle, sendo feitas as relações entre os objetos e suas propriedades com vistas a quantificar os resultados do

fenômeno. Aqui o enfoque é *analítico*;

- Modelo operacional, em que se representa a síntese dos conceitos anteriores, em linguagem de modelagem, de programação e de banco de dados. Novamente o enfoque é *sintético*;
- Modelo interno, desenvolvido por analistas, contendo as estruturas da base dados. Este é um enfoque *analítico*.

Após desenvolver a camada de modelo interno, é feito o desenvolvimento da interface com usuário e dos relatórios gerenciais, de novo no nível de modelo operacional.

Assim, o procedimento adotado na modelagem será de cima para baixo. Ao passar da camada do modelo descritivo para o modelo conceitual, aproveitaremos os objetos envolvidos, o objetivo e as métricas ou parâmetros, com vistas a quantificar as relações entre os entes. Ao passar do modelo conceitual para o modelo operacional, desenvolveremos cada objeto, definindo seus atributos e rotinas.

A transição do modelo operacional para o modelo interno será de responsabilidade de programadores, em linguagem de dados (SQL), estruturada (como PASCAL, BASIC ou C) ou orientada a objetos (como C++).

1.7 – Modelos descritivos em cascata e em espiral

Muitos dos modelos utilizados para representar a produção apresentam uma seqüência linear de passos e são chamados de cascatas. O exemplo abaixo, da produção de fármacos, presta-se a apresentar este enfoque.

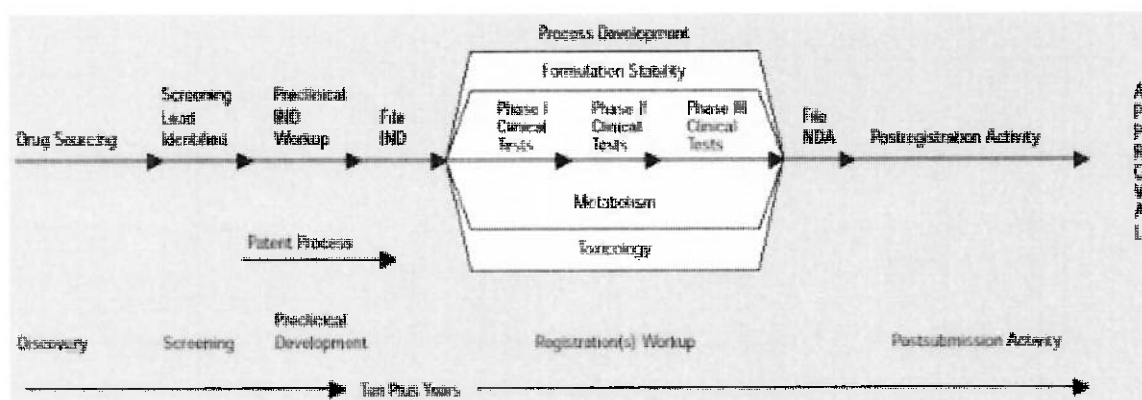


Figura 8. Desenvolvimento de medicamentos (MURPHY – 1996)

Kaoru Ishikawa explica que, quando foram introduzidas técnicas ocidentais de administração industrial no Japão, houve dificuldade em traduzir o aforismo de Frederick Winslow Taylor: “*Plan – Do – See*”, pois a palavra See, na concepção utilizada, não tinha tradução para o japonês. Surgiu então o Ciclo de Shewhart: “*Plan – Do – Check – Act*”, com inúmeras variações, como o ciclo de Deming: “*Projeto – Fabricação – Vendas – Mercado*”.(ISHIKAWA – 1987)

Para o caso de desenvolvimento de sistemas de informação, ocorrem pequenas alterações e a espiral proposta por Muench (DUNCAN – 1996), que está abaixo, evolui através de quatro estados: *identificação* de necessidades, *projeto* das partes e do todo, *construção* destas e *avaliação* de resultados.

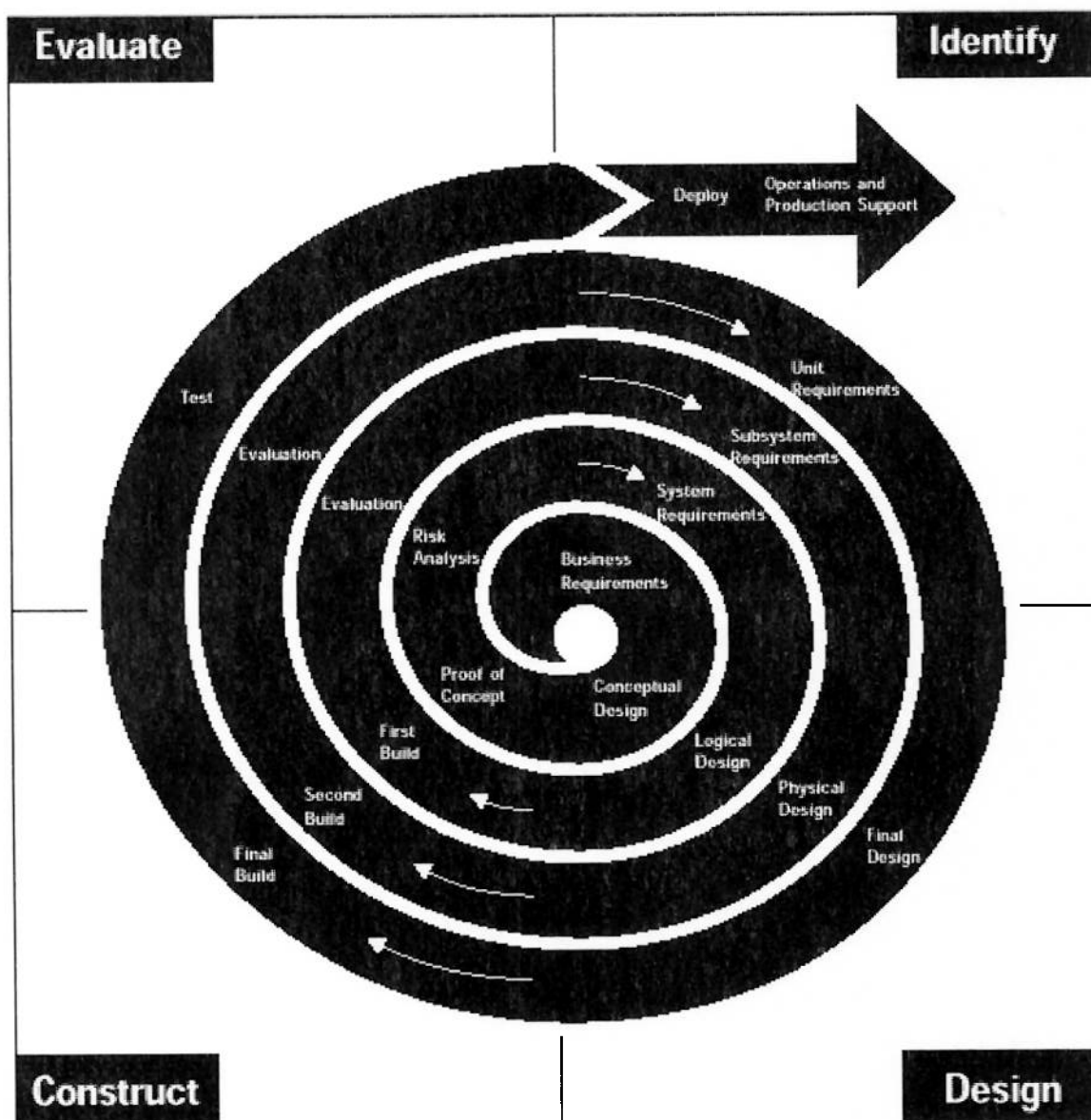


Figura 9. Desenvolvimento de software (MUENCH – 1996)

Num artigo sobre o gerenciamento de grandes projetos (particularmente de softwares), Rehtin (RECHTIN-1997) afirma que é necessário aplicar o ponto de vista da síntese, em vez da análise, e enfatiza o papel da **intuição** na tomada de decisões. Rehtin quase que insinua, no referido artigo, que as ferramentas analíticas de tomada de decisão devem ser usadas para corroborar uma decisão anteriormente tomada, e não como

ferramenta principal para a tomá-las. Este é um ponto de vista controverso.

Para projetos, Rehtin propõe três abordagens: processo, produto e espiral. O autor afirma que deve ser empregado um ponto de vista sintético (e, portanto, indutivo) em vez de analítico ao desenvolver um projeto mais complexo.

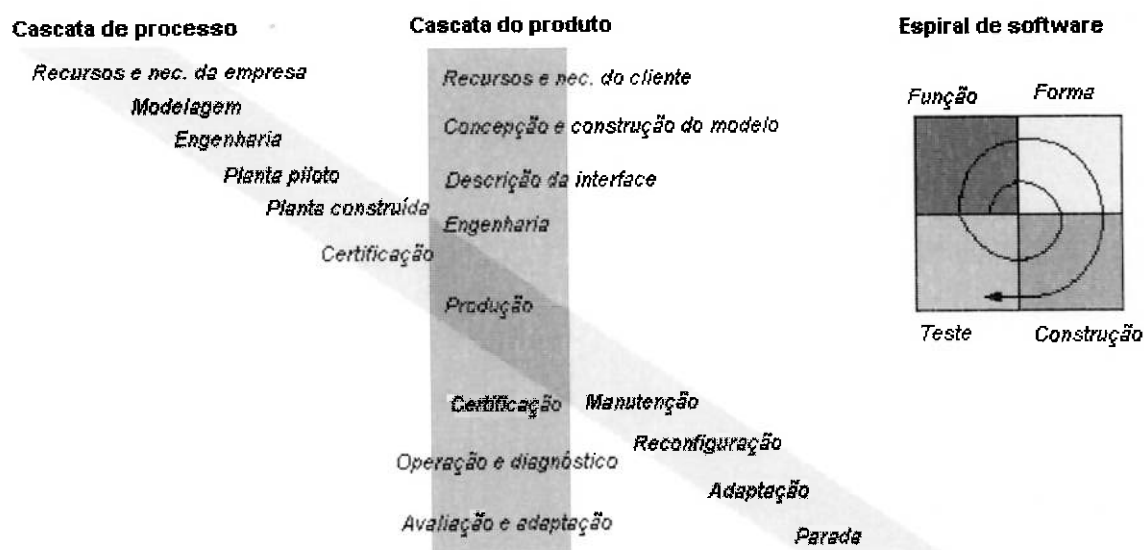


Figura 10. Abordagens de projeto (RECHTIN-1997 – traduzido pelo autor)

Note-se que no caso de cascata de produto, o primeiro item a ser levado em consideração é a necessidade do *cliente*. As duas primeiras abordagens são lineares, não havendo distinção entre fases de projeto e fases de produção propriamente dita. Ademais, não está explicitado o que o autor classifica de produção (intersecção das duas cascatas), conceito demasiadamente amplo.

No caso apresentado, tanto a cascata de produto quanto a cascata de processo estão aplicadas à administração de projetos, e não de fabricação contínua ou intermitente. A produção – no sentido estrito – é vista como uma etapa, e não como uma fase de várias

etapas.

A espiral de desenvolvimento é aplicada ao desenvolvimento de projetos de *software* – como já foi visto – ou de construção naval, e é, antes de nada, uma variação do ciclo de Shewhart.

O problema da utilização desta metodologia é que ela não fornece qualquer método formal para analisar justamente à primeira etapa: os *requisitos do negócio*. Parte-se do pressuposto de que os modelos informais dos objetos e fenômenos que estão sendo representados já estão plenamente conhecidos e fundamentados. Entretanto, o grande número de trabalhos sobre modelagem da produção indica uma situação diferente.

Uma visão interessante de projeto de produtos é a Quality Function Deployment (AKAO –1990), que parte do cliente, desdobrando *qualidade, tecnologia, custos e viabilidade*, e define suas necessidades, o projeto de produto, de métricas e de processo. Este modelo serve para estabelecer uma base de dados que também se aplica à produção.

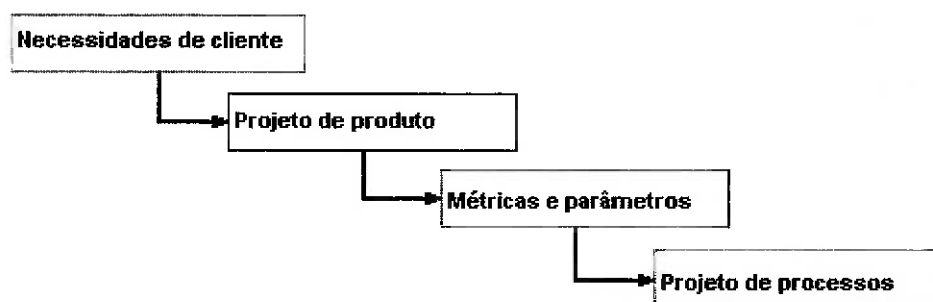


Figura 11. Função Desdobramento da Qualidade (elaborada pelo autor)

1.8 – Sistemas

A definição para sistemas apresentada por Ralph M. Stair é: “*um sistema é um conjunto de elementos que interagem para atingir objetivos. Os próprios elementos e as relações entre eles definem como o sistema opera. Os sistemas têm entradas, mecanismos de processamento, saídas e feed-back.*” (STAIR – 1998)

Um sistema é definido também por características como *estabilidade* e *inércia*, a primeira relacionada a variações de energia potencial e a segunda com alguma propriedade intrínseca, como a massa. Um sistema apresentará *estados* e tem *condições: iniciais*, a menos que esteja em regime permanente, *de contorno* e *de operação*. Ao passar de um estado para outro, define-se que houve uma mudança qualitativa.

No caso de gerenciamento de projetos, a definição de *sistemas de informação* para gerenciamento de projetos é: “*Um sistema de informação para gerenciamento de projetos consiste de ferramentas e técnicas usadas para juntar, integrar e disseminar as saídas de outros processos do gerenciamento de projetos. É usado para dar suporte, em todos os aspectos do projeto, do início até o fechamento, e geralmente inclui tanto sistemas manuais quanto automatizados*”. (DUNCAN – 1996)

Uma representação da produção estudada como sistema é apresentada abaixo. Esta modelagem dá ênfase aos **estados**: *planejado*, *programado* e *realizado*. E é originada no ciclo de Shewhart, para o processo produtivo inteiro, apesar de o referido ciclo ter-se destinado originariamente para o estudo de atividades.

Fases do Ciclo Gerencial

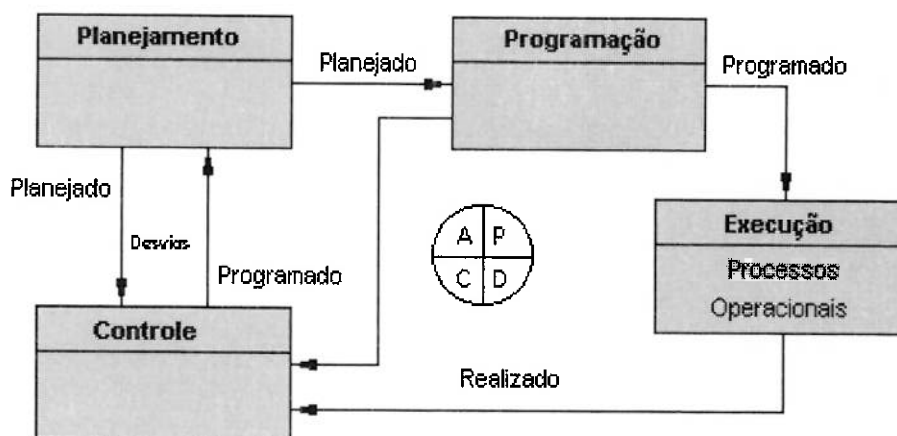


Figura 12. A produção vista como sistema (FELICIANO – 1996)

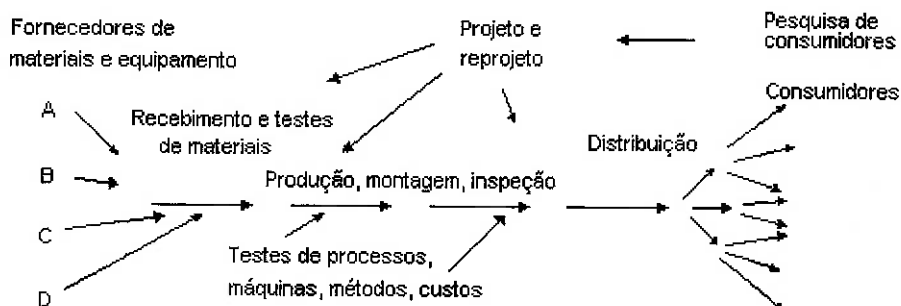


Figura 13. A produção vista como sistema (DEMING-1986)

Outro modelo da produção, também vista como *sistema*, é visto acima. Neste caso, a ênfase é dada às condições de contorno: *fornecedores e consumidores*. É interessante notar que os dois modelos têm sua origem na engenharia de qualidade. Ademais, ambos os modelos têm realimentação de informações como forma de melhoria contínua do processo.

Henry Lucas apresenta um caminho para aplicar a teoria de sistemas ao projeto de sistemas de informação:

Tabela 4. Teoria geral de sistemas e sistemas de informações (LUCAS – 1985)

Teoria geral de sistemas	Importância para o projeto de sistemas de informação
1 – Componentes de um sistema interagem	Delinear componentes e sua inter-relação durante a análise
2 – Um sistema é um todo	Assegure-se de definir o sistema inteiro antes de examinar subsistemas
3 – Sistemas buscam uma meta	Qual é a meta do sistema de informações?
4 – Sistemas têm entradas e saídas	Uma tarefa primordial é especificar entradas e saídas
5 – Sistemas transformam entradas para liberar saídas	Uma tarefa primordial é especificar o processamento para produzir saídas a partir de entradas
6 – Sistemas exibem entropia	O processamento de informações é crítico para o sucesso de uma organização
7 – Sistemas devem ser controlados	Sistemas de informação ajudam a controlar a organização; os sistemas de informação precisam ter realimentação sobre seu próprio desempenho e ser controlados
8 – Sistemas formam uma hierarquia	O projeto de sistemas de informação é uma tarefa hierárquica; sistemas consistem de hierarquias de subsistemas
9 – Sistemas exibem diferenciação	Sistemas de informação possuem muitas partes especializadas
10 – Sistemas exibem equifinalidade	Existem várias formas de desenhar um sistema para atingir as metas desejadas

Em havendo a intenção de formalizar, e querendo modelar a produção como sistema,

é necessário explicitar minimamente como:

1. *Componentes de um sistema interagem.* Não apenas interagem entre si como também interagem com os elementos de fronteira (condições de contorno).
2. *Um sistema é um todo.* É preciso estabelecer sua fronteira e, assim, o que lhe é pertinente.
3. *Sistemas buscam uma meta.* A primeira coisa a estabelecer num modelo, seja explicativo, conceitual ou operacional, são os **objetivos**.
4. *Sistemas têm entradas e saídas.* Na camada do mundo real, serão elas as do fluxo de mercadorias e de dinheiro. As informações transitam entre o mundo real e a máquina (hardware).
5. *Sistemas transformam entradas para liberar saídas.* Como foi definido anteriormente, *as entradas serão chamadas de dados, e as saídas de decisão.*
6. *Sistemas exibem entropia.* Entropia no sentido de complexidade, pois a cada momento será maior o número de informações armazenadas.
7. *Sistemas devem ser controlados.* A realimentação deve ser comparada com os objetivos do modelo.
8. *Sistemas formam uma hierarquia.* O modelo que o autor apresenta aplica-se inicialmente à atividade-fim da empresa e depois às atividades de apoio.
9. *Sistemas exibem diferenciação.* Essa diferenciação deve-se explicitar inicialmente, com o objetivo do modelo.

10. *Sistemas exibem equifinalidade.* O fenômeno representado num modelo deve ser o mesmo, independentemente da camada, portanto será representado em linguagens diferentes, não com propósitos distintos.

Ademais, a modelagem que o autor está propondo nos próximos capítulos apresentará uma simetria entre as fases de projeto e de produção.

2 – Modelagem orientada a clientes

2.1 – Paradigma de administração orientado a clientes

É forçoso ver que o deslocamento da Economia para o setor terciário implicará a absorção de paradigmas, conceitos e critérios próprios do setor de serviços, e a superação de alguns valores culturais da era industrial.

Uma das tendências que desponta é o foco em clientes, primeiramente absorvido pela engenharia de qualidade, seja através de técnicas como Quality Function Deployment (QFD) ou o método desenvolvido pelo professor Deming.

A primeira dificuldade para implantar o paradigma da produção enfatizando as necessidades dos clientes é definir *cliente*, seja pela quantidade de definições possíveis, seja pela limitação que cada uma das definições pressupõe.

2.2 – Definição de consumidor

Para Deming, a produção deve estar voltada para o consumidor final, caso particular de cliente. Não basta que o consumidor tenha necessidades e capacidade de decidir como satisfazê-las. É necessário que a mercadoria a ele oferecida possa *de facto* satisfazê-las; para isso é necessário que o usuário saiba utilizar a mercadoria de forma a tirar proveito pleno dela. Para isso, é preciso que o usuário tenha capacidades, físicas e intelectuais, para o usufruir a mercadoria e sintá-se emocionalmente atraído por ela. Floriano Gurgel sugere o seguinte modelo do *usuário*.

Este modelo aplica-se a *usuários*, vistos como pessoas naturais, indicando como eles são conduzidos, através de suas *emoções e habilidades*, a preferir um ou outro produto.

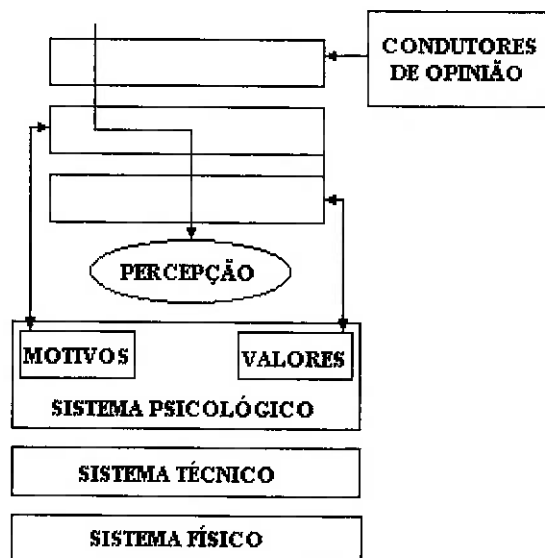


Figura 14. Modelo de usuário ou consumidor (GURGEL – 1995)

2.3 – Definição de cliente

É difícil fazer uma definição cabal de cliente, sendo comum o uso do vocábulo como ente primitivo. Ademais, assim como qualidade ou sistema de produção, é possível encontrar inúmeras interpretações.

Contudo, podem-se estudar alguns atributos do cliente. Um cliente tem os atributos aparentes (exterioridades), que são percebidos pelos agentes comerciais:

1. *decide* o que adquirir;
2. *adquire* a mercadoria, para alienação, disposição ou usufruto;
3. *remunera* pela aquisição de mercadorias.

Seja o caso de uma família que vai ao supermercado adquirir fraldas: a mãe decide qual a fralda, o pai paga e o bebê usa. Os três formam uma unidade de consumo comercialmente harmoniosa e pode-se afirmar que o cliente, neste caso, é a família. No caso de clientes internos, o pagamento por qualquer mercadoria fica a cargo da Tesouraria, portanto nesse caso não é relevante o terceiro atributo.

Por outro lado, pode-se definir um cliente a partir de suas *necessidades*, que são *atributos essenciais*. No caso em estudo, o asseio do bebê é a necessidade da família. Discutir qual a melhor definição de cliente, a objetiva, baseada em suas necessidades, ou subjetivas, baseada em seu comportamento apreendido, torna-se tarefa diletante, ainda mais que os dois conceitos não são excludentes. Quanto mais se sabe sobre o cliente, mais informações úteis para a administração podem-se inferir.

Volta-se, assim, a discutir o que veio primeiro: a *existência* do cliente (*res extensa* – categoria *objetiva*), com suas necessidades, ou a *essência* do cliente (*res cogitans* – categoria *subjetiva*), concretizada em atividades comerciais. É uma discussão que não

apresenta fim, nem finalidade.

Nos séculos XIX e XX, uma das maiores controvérsias, na teoria do conhecimento, deu-se justamente sobre essa dualidade: os fenomenologistas, como Kiergaard, afirmavam que o fato de se perceber alguma coisa (essência) implica a existência dessa coisa – *cogito ergo sum* – enquanto os existencialistas, como Heidegger e Sartre, afirmavam que a existência precede a essência da coisa – *sum ergo cogito*. O enfoque subjetivista dos fenomenologistas foi iniciado com Descartes e Spinoza, influenciou o trabalho científico de Einstein, enquanto que o enfoque objetivista dos existencialistas foi compartilhado por lógicos da Universidade de Cambridge, como Russell, Wittgenstein e von Wright.

Sartre apresenta um exemplo de cortador de papel, que primeiro teve sua utilidade (essência) definida e então veio a ter existência. Com os seres humanos, por exemplo os clientes, tal não ocorre: *“O que têm em comum (os existencialistas ateus e cristãos) é simplesmente o fato de admitirem que a existência precede a essência, ou, se se quiser, que temos de partir da subjetividade...Um homem embrenha-se na sua vida, desenha o seu retrato e, para lá desse retrato não há nada...” (SARTRE- 1978)*

Aplicando estes conceitos para a questão relativa à eventual definição de cliente, mostra-se apenas que primeiro o cliente existe – e tem necessidades – para então definir suas ações como cliente – escolher, adquirir e pagar. Assim, antes de estudar o comportamento do cliente – apropriado para cadeias lojistas – é mais promissor entender quais as suas necessidades, como forma de criar e realizar mercadorias que venham a satisfazer as referidas necessidades.

2.4 – Necessidades de clientes

Quando o cliente é uma pessoa natural, aplica-se a ele claramente a hierarquia de necessidades de Maslow (MASLOW-1954). No caso de o cliente ser uma pessoa jurídica, deve-se lembrar que é composto por pessoas físicas, portanto a mercadoria, de uma forma ou de outra, também apreciará a satisfação das necessidades conforme a referida pirâmide.

- 1 – Uma pessoa tem necessidades;
- 2 – Essas necessidades variam em nível de intensidade e, portanto, podem ser organizadas hierarquicamente pelo critério de potência;
- 3 – Uma pessoa satisfará a necessidade mais importante primeiro. Quando uma pessoa satisfaz uma necessidade, esta deixará de ser um motivador por enquanto;
- 4 – A pessoa voltará então sua atenção para a mais importante necessidade a seguir.

Tabela 5. Hierarquia de necessidades de Maslow (elaborada pelo autor)

Número	Categoria
1	Necessidades fisiológicas
2	Necessidades de segurança
3	Necessidade de amar e pertencer a um grupo
4	Necessidades de estima
5	Necessidades de auto-realização
6	Necessidades cognitivas
7	Necessidades estéticas

Baseados na teoria das necessidades, pode-se extrapolar e usar o mesmo conceito para clientes do tipo *pessoas jurídicas* da empresa. Pode-se arrolar algumas necessidades: sobrevivência imediata, sobrevivência no longo prazo, lucratividade elevada, bom relacionamento com agentes externos, bom relacionamento com colaboradores internos, reconhecimento da marca no mercado e, eventualmente, liderança no mercado.

2.5 –Clientes e fornecedores internos

Metodologias de qualidade implementadas no Japão por W. Edwards Deming e seus colaboradores, como o professor Kaoru Ishikawa, no contexto da Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE) deram início ao conceito de *cliente interno*. Os operários eram orientados a produzir com a atenção voltada para o próximo operário da linha. Era necessário entender como o trabalho desenvolvido poderia favorecer ou dificultar o trabalho do próximo operário, vendo-o como se fosse o cliente final da mercadoria produzida pelo primeiro operário.

O conceito de cliente (ou fornecedor) interno aplica-se a centros de negócios ou centros de custo, o que altera nossa compreensão de empresa, antes baseado em organograma de pessoas e agora baseado em matriz das funções da empresa.



Copyright © 1999 United Feature Syndicate, Inc.
Redistribution in whole or in part prohibited

Figura 14. Terceirização (SCOTT ADAMS – 1999)

No final da década de 1980, Josu Iñaki López de Arriortua elaborou o conceito de *fábrica virtual*. Grosso modo, o empreendedor obtém um projeto de produto e de processo (*recursos tecnológicos*), capital inicial para instalações e capital de giro em bancos de

fomento (*recursos financeiros*) e sub-contrata empresas que realizam as operações de produção (*recursos produtivos*) e até mesmo as auditorias de qualidade. Esta reengenharia extremada não chegou a ser totalmente implementada em lugar nenhum, mas teve o mérito de demonstrar que não existem diferenças conceituais entre clientes internos e externos, ou entre fornecedores internos e externos.

Quando se aplicam os conceitos de cliente e fornecedor internos de maneira mais ponderada, pode-se abstrair que cada centro de custos deve-se portar como fornecedor de recursos para outros centros e cliente – pois que também tem necessidades de recursos – de outros centros.

O passo evolutivo seguinte foi a comunicação de dados através de Internet. Com os meios atuais, um correntista pode saber de seu saldo bancário através de um terminal de computador em qualquer lugar do mundo. Mais importante: um cliente pode examinar bancos de dados para informar-se a respeito do processamento de seus pedidos transitando no fornecedor. Esta tecnologia é chamada, em inglês, de *Customer Relationship Management* (CRP).

Se a fábrica virtual elimina distinções entre clientes internos e externos, a Internet permite visualizar e editar informações da própria empresa ou de seus fornecedores sem fazer distinções conceituais ou operacionais.

2.6 – Centros de custos

Desta forma, cada centro de negócios ou centro de custos passa a ser visto como fornecedor de uns e cliente de outros, em certos casos cliente e fornecedor de si mesmo. Os centros de custos, portanto serão:

1. *Autônomos* – deverão definir suas prioridades e, tomando por base suas próprias necessidades de recursos, tomar decisões sobre recursos de seus fornecedores, internos ou externos.
2. *Institucionais em relação aos outros CCs* – a relação entre os centros de custos deve ser a de colaboração e não a de concorrência. Mais nos Estados Unidos e menos no Brasil, cada centro de custos compete com os outros para alcançar e superar metas numéricas, estabelecidas aprioristicamente, desta forma recebendo recursos financeiros proporcionais ao desempenho e a promoção de funcionários que melhor atenderam a essas metas.
3. *Fiéis à empresa* – apesar de sua autonomia, deverão privilegiar a empresa, jamais clientes ou fornecedores externos ou a si mesmos. Manter padrões de comportamento ético faz-se necessário e motivar os funcionários para segui-los é o desafio dos administradores.

Um dos pontos da metodologia do professor Deming é “*quebrar as barreiras entre os departamentos*”. Nem sempre o canibalismo predatório, baseado no conceito de luta pela vida, de Darwin, é a melhor solução para a organização como um todo.

Deming conclui que, em organizações norte-americanas, é comum que cada centro de custos busque seus melhores índices de desempenho, não dando relevância para os interesses da organização. Deming descreve a situação de maneira quase matemática: é como se buscassem *subótimos* locais, isto é, a otimização do centro de custos, em vez do *ótimo global*, isto é, o melhor desempenho da empresa (DEMING – 1986).

2.7 – Enfoques econômicos da mercadoria

A pergunta “*por que o ouro custa mais que o ferro?*” recebe, no mínimo, três respostas da Economia.

Para a Fisiocracia (Fision = Matéria), são as características, as qualidades inerentes a cada mercadoria, que fazem seu preço. Assim, uma caneta tem qualidades como estética, empunhadura, durabilidade etc. e, conforme variam essas qualidades, *exempli gratia*, numa Bic ou numa Montblanc, varia seu preço.

Aplicando a teoria do valor, a resposta será: porque dá mais trabalho extrair ouro do que ferro. David Ricardo definiu o **valor** como o somatório da mão-de-obra mais o lucro (do empresário) ou renda da terra (do fazendeiro) e Marx excluiu o lucro e a renda da terra deste somatório: “*O valor (valor real de troca) de todas as mercadorias (incluindo trabalho) é determinado por seus custos de produção, em outras palavras, pelo tempo de trabalho necessário para produzi-la. O preço é o valor de troca expresso em dinheiro*”.(MARX-1977). Os estudos sobre a teoria do Valor, levados a cabo por David Ricardo e Karl Marx, passam a ser aplicados à indústria, inicialmente como Contabilidade de Custos e depois em tempos e métodos, controle de estoques etc. Mesmo sem conhecimento da Economia Clássica, qualquer administrador procura eliminar do processo produtivo aquelas operações que *não agregam valor*, isto é, operações em que os recursos não são utilizados, *strictu senso*, para a produção de mercadorias.

Pela teoria da Utilidade, a resposta será: porque um quilograma de ouro proporciona mais satisfação ao consumidor do que um quilograma de ferro. A teoria da Utilidade foi inicialmente estudada, na Alemanha, por Gossen, Jevons, Walras e Mengere, e procura

responder a uma pergunta: se um cliente pode disponibilizar uma certa quantia em dinheiro, de que forma ele gastará essa quantia de modo a satisfazer suas necessidades? De outra forma: qual a **decisão** de consumo será tomada pelo cliente para destinar seu dinheiro? “A primeira noção fundamental envolvida no livro III dos *Principles* é a de **utilidade**, que Marshall associa à capacidade de **satisfação dos desejos humanos**. A posse de determinadas quantidades de bens, num certo período de tempo, proporciona ao indivíduo um certo grau de satisfação denominado utilidade. Conquanto não deixe muito explícito, Marshall admite que a utilidade possa ser medida quantitativamente...” (SIMONSEN-1971). Como decorrência da teoria da Utilidade, a produção industrial volta-se para a satisfação dos consumidores e passam a ser aplicados modelos de micro-economia para definir a quantidade e o preço em que o produto deve ser lançado ao mercado. Hoje em dia não se usa mais o conceito de utilidade absoluta da mercadoria, mas de utilidade relativa, como forma de decidir entre várias necessidades a serem satisfeitas, através da possibilidade de aquisição de várias mercadorias.

É importante esclarecer que a teoria da utilidade não estabelece o preço de venda de uma mercadoria, outrossim estabelece a quantidade demandada em função do preço de venda.

Desta forma, uma mercadoria pode ser vista por três enfoques diferentes: por suas características intrínsecas, pela sua função de *satisfazer necessidades* (ponto de vista do cliente) ou pode ser transformada num somatório de *operações* a serem desenvolvidas a partir de recursos produtivos (ponto de vista do fornecedor). Voltando ao modelo orientado a clientes, inicialmente aplica-se a teoria da Utilidade para definir os clientes e suas necessidades. A fisiocracia dá as características de como deve ser a mercadoria e como

devem ser mensuradas essas qualidades. E a teoria do valor define quais são as operações que devem ser realizadas e quais os recursos produtivos necessários.



Figura 16. Mercadoria vista por três enfoques econômicos (elaborada pelo autor)

Ao modelar a produção, deve-se levar em consideração esses três enfoques: a necessidade do cliente, a descrição da mercadoria e as operações e recursos necessários para sua produção.

Na figura acima, nota-se uma relação entre os pontos de vista da economia e as etapas de desenvolvimento de produtos e processos com a QFD, apresentada anteriormente:

- Utilidade relaciona-se com a descrição de necessidades de clientes;
- A função da mercadoria relaciona-se com suas características: projeto do produto e métricas;
- O valor da mercadoria, suas operações e seus recursos, relaciona-se com o desenvolvimento de processos.

3 – Camada do modelo descritivo

3.1 – Modelo pictórico

Um modelo administrativo orientado para os clientes deve ser observado empiricamente quando da operação real da empresa, em vez de ser deduzido como se fosse um teorema. O que se apreende numa empresa é que uma mercadoria atravessa duas fases opostas: a *projeção*, em que é concebida, e a *produção*, em que é realizada. A primeira resulta no projeto, enquanto que a segunda concretiza o produto, seja um bem ou um serviço. Cada uma dessas fases tem cinco etapas, como pode-se observar na figura apresentada a seguir.



Figura 17. Modelo descritivo da produção orientada a clientes (elaborada pelo autor)

Um modelo deve explicitar claramente quais *os objetivos* do fenômeno representado. No caso de uma empresa, são objetivos relacionados ao aproveitamento de recursos ou maximização de lucros. No caso de um produto, seu objetivo necessariamente deve ser a

satisfação de necessidades de seus clientes.

A fase de projeto não se resume a projetar o bem ou serviço. Engloba todo o planejamento da empresa, com vistas à produção da mercadoria. Não há necessidade de definir o que é planejamento, mas é útil recordar três princípios ensinados pelo saudoso Prof. Eng. Sérgio Augusto Penna Kehl, durante suas aulas de Estratégias de Produção, nesta Escola Politécnica:

- *“Planejar não é apenas definir o que faremos, mas prever o que os outros farão de modo a nos adaptarmos a qualquer possível cenário.*
- *Planejar não é apenas definir o que devemos fazer (**necessidade**), mas também o que não podemos fazer (**liberdade**), pois “problemas não se resolvem, evitam-se”.*
- *Planejamento de longo prazo não é definir o que faremos daqui a quinze anos, mas definir o que faremos **agora** para obter resultados daqui a quinze anos”.*

O planejamento agregado da produção deve relacionar *todas* as atividades produtivas entre si e no tempo. É, desta forma, um ponto de vista *sintético*. Cada etapa na fase de projeção constitui uma abstração, definindo atributos de um conjunto, enquanto cada etapa de produção resulta num objeto ou fenômeno concreto, que é instância positiva dos atributos definidos pelo projeto. É, assim, um elemento do conjunto especificado pelo projeto.

O projeto parte do cliente em direção aos fornecedores (de cima para baixo), enquanto que o produto inicia-se nos fornecedores rumo aos clientes (de baixo para cima).

3.2 – O projeto e suas etapas

Definição de necessidades – Focalização no(s) cliente(s) e compreensão de suas necessidades. Convém lembrar que não existe necessariamente um cliente único por atividade, sendo necessário encontrar todos através dos quatro *quem*: quem *ganha*, quem *fornece*, quem *paga* e quem *eventualmente perde*.

As necessidades estão dispostas em níveis de análise, para melhor compreensão, e deverá ser feito um relacionamento entre as necessidades para sua melhor compreensão.

No caso de relações entre clientes e fornecedores internos, essas necessidades podem ser apreendidas durante as fastidiosas reuniões entre os diversos representantes de centros de custos da empresa.

Projeto de produtos – procura-se projetar mercadorias que atendam necessidades dos clientes. Uma necessidade do cliente, descrita como um substantivo e um adjetivo (e. g. *água quente*), transforma-se numa função da mercadoria, descrita como um verbo transitivo direto e um substantivo (e. g. *aquecer água*).

Após esta transformação, são agrupadas as funções, na forma de subsistemas. Desta forma pode-se estudar melhor a forma de satisfazer o cliente. Os componentes devem desempenhar a função para que foram desenhados e devem ser *factíveis*, isto é, devem ser aprovados em estudos técnicos, e *viáveis*, isto é, aprovados em estudos econômicos.

Estabelecimento de parâmetros e métricas – são os dados quantitativos a ser considerados durante a produção/execução. Podem ser relacionados com:

1. Tempo em que a mercadoria deve ser disponibilizada;

2. Custo ou valor das operações e recursos;
3. Índices dimensionais ou adimensionais de qualidade.

Projeto de processos – Estabelecimento de **processos** que realizem o produto tal qual projetado. O estudo dos processos deve ser feito – qualquer que seja a atividade – através de diagrama de *estados*. A partir dos estados em que a(s) mercadoria(s) se encontra(m), definem-se **como** realizar a atividade que resulta no estado seguinte. Aqui se usa um ponto de vista *analítico*. É feita uma transformação: cada lote de mercadoria será visto como uma operação a ser realizada. A quantidade de mercadorias será transformada em intervalo de tempo necessário para a realização da operação.

Planejamento de necessidades de recursos – Os recursos podem ser divididos em:

1. **Financeiros**, como capital de giro;
2. **Tecnológicos**, que podem ser adquiridos através do desenvolvimento pela própria empresa, contratação de funcionários com experiência no produto, ou de terceiros com o pagamento de *royalties*, compra de patentes ou franquias; e
3. **Produtivos**, divididos novamente em materiais (máquinas e equipamentos, matérias-primas e insumos etc.) e humanos, antigamente chamados de mão-de-obra ou força de trabalho, além de serviços, caso em que o fornecedor realiza atividades com recursos humanos e equipamentos próprios.

A etapa de planejamento de recursos será uma interface com os fornecedores, internos ou externos, assim como a distribuição é a interface com os clientes, internos ou externos. Cada centro de custos, em seguindo este modelo, terá que definir seus clientes internos ou externos, as necessidades deles, a mercadoria etc. de modo a propiciar a integração de todo o sistema produtivo numa mesma base de dados.

3.3 – O produto e suas etapas

Programação da produção – Incluída a aquisição de recursos de fornecedores externos e o seqüenciamento das operações. Esses recursos e atividades devem ser alocados *temporal e espacialmente*, o que significa *quando e em qual centro de custos* cada recurso deve ser disponibilizado e cada operação deve ser realizada.

A operação de alocar temporalmente as atividades de cada centro de custos é chamada de seqüenciamento (em inglês, scheduling) e existem algoritmos específicos que visam a otimizar essa alocação.

Esta etapa está relacionada com a etapa **projeto do processo**, da fase de projeto. Cada operação programada e controlada é um elemento de um conjunto processo produto (operações).

Realização das operações – Na etapa **projeto do produto** deve ser realizado o projeto da mercadoria e de seus componentes, que formam uma abstração, especificamente um conjunto. Nesta etapa são realizados concretamente os *lotes* desses componentes ou produtos, especificamente os elementos do conjunto.

Avaliação de resultados – os parâmetros e métricas estabelecidos durante a fase de projeto devem ser mensurados e analisados, com vistas a criar uma base de dados que permita tomar ações corretivas ou decisões em qualquer prazo.

Distribuição – No caso de clientes externos, existem tipicamente quatro principais atividades de distribuição:

1. a **venda**, em que a mercadoria passa a ser *propriedade* do cliente;

2. a **entrega**, com operações de transporte, em que a mercadoria passa a ser *posse* do cliente;
3. a **cobrança** pela mercadoria, normalmente intermediada por agentes financeiros; e
4. os serviços de **assistência técnica**, como atividades de instalação, ajuste, manutenção ou reposição de componentes.

É comum que as empresas industriais terceirizem uma ou mais destas atividades, conforme seja conveniente.

Pós-venda – Contatos com os clientes e, especificamente, com os consumidores finais, além de estudos sobre a concorrência, devem explicitar em que grau a mercadoria oferecida satisfaz suas necessidades, estabelecidas na fase **definição de necessidades**. Em princípio, as informações disponibilizadas nesta etapa são qualitativas. Em havendo necessidade, pode-se fazer um banco de dados para esse fim, do contrário basta o uso de planilhas eletrônicas.

É de se frisar que esta seqüência é a que *realmente* ocorre num processo produtivo, portanto este é um **modelo descritivo empírico e não-formal**. Existem etapas adicionais, como a prototipia, com estudos de hidro- ou aerodinâmica. No caso de indústrias químicas, são comuns as três fases de desenvolvimento de projetos: escala de *laboratório*, *planta-piloto* e escala *industrial*. As maquetes são utilizadas também em estudos de produção, movimentação e armazenagem, visando a ocupação ótima do espaço, reduzindo custos futuros de movimentação de cargas (custo do momento de transporte).

A projeção é um *serviço*, portanto é uma mercadoria por si mesma. Seu resultado, o projeto (*recurso tecnológico*), é condição necessária para a realização do produto. Ao concluir esta fase pode-se iniciar a produção, como será visto oportunamente.

3.4 – Conceitos presentes no modelo

O modelo apresentado aponta conceitos que devem estar presentes numa representação da produção, e que serão trabalhados nas demais camadas de modelos:

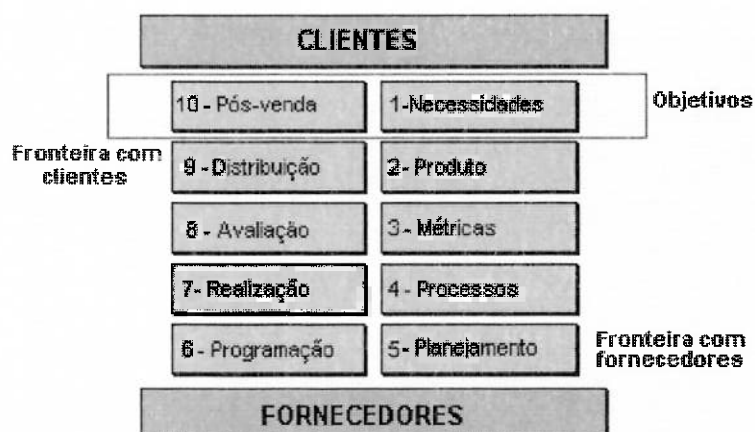


Figura 18. Conceitos do modelo descritivo (elaborado pelo autor)

Da figura pode-se ver:

1. A produção tem um objetivo: satisfazer necessidades de clientes com mercadorias que apresentam relação benefício/custo mais favorável que outras.
2. A etapa 10 (pós-venda) faz a realimentação do sistema, apontando se o objetivo foi alcançado.
3. As etapas de planejamento de recursos (5) e distribuição da mercadoria (9) são as fronteiras ou condições de contorno do sistema produtivo.

4 – Camada do modelo conceitual

4.1 – definições

Nesta camada procura-se relacionar, de modo sistemático, os elementos que foram inicialmente desenhados na camada anterior. Assim, são estabelecidos os objetivos a serem alcançados e a forma de mensurá-los.

Wittgenstein (WITTGENSTEIN – 1978) considera que a Matemática não é uma ciência, e sim uma linguagem, ao contrário da Álgebra, Geometria Topologia, Probabilidade, Análise Numérica etc. Para ele, $2+1=3$ *não é* um *raciocínio lógico*, mas apenas um *treinamento*. Para obter algum conhecimento científico válido, é necessária a experimentação e a *inferência indutiva*. Desta forma, tornar-se-ia necessário verificar para cada triângulo retângulo a validade do teorema de Pitágoras. (A propósito, num espaço euclidiano ou de Riemann?);

Como foi visto anteriormente, o conhecimento científico apresenta três dimensões: ciência formal, ciência material descritiva e ciência material teórica. Como o interesse é estudar o fenômeno da produção, descartam-se os modelos da ciência formal e tem-se:

- Ciência material **descritiva**, baseada em métodos estatísticos para *fins de controle*. Podem-se citar o Controle Estatístico de Qualidade, a Contabilidade de Custos (tanto a tradicional quanto a baseada em atividades) e as métricas de produtividade.
- Ciência material **teórica**, que antevê – ou antecipa – cenários e propõe a melhor alternativa decisória. Estes modelos são agrupados com o nome de Pesquisa Operacional.

4.2 – Estratégia e tática

Os conceitos de tática e estratégia há muito foram incorporados na administração civil. A definição militar pode ser obtida em manuais militares, como o clássico de Clausewitz:

*“A condução da guerra é pois a ordem e a condução do combate. Se o combate consistisse numa só ação, qualquer divisão suplementar não teria nenhum sentido. Mas o combate consiste num maior ou menor número de ações distintas que formam um todo e a **que se chama recontros**, conforme demonstramos no primeiro capítulo do livro primeiro, e que constituem novas unidades. Foi isso que deu origem a esta atividade completamente diferente que consiste em ordenar e dirigir esses recontros distintos, em seguida a coordená-los entre si com vista à guerra. A uma chamou-se a tática, à outra a estratégia.*

...

Segundo a nossa classificação, a tática é pois a teoria relativa à utilização das forças armadas no recontro. A estratégia é a teoria relativa à utilização dos recontros ao serviço da guerra.” (CLAUSEWITZ – 1979)

Desta forma, pode-se sintetizar que **tática é a ciência que estuda como** devem ser realizadas as operações, enquanto **estratégia é a ciência que estuda quais operações devem ser realizadas**. Para Clausewitz, “a guerra é um ato de violência destinado a forçar o inimigo a submeter-se à nossa vontade”(grifo nosso). O objetivo de uma guerra é, portanto, impor nossa *vontade*, satisfazer nossas *necessidades* ou *interesses*, dentro de um relacionamento internacional. Os objetivos da batalha podem ser a definição da própria guerra (chamada de batalha decisiva), destruir recursos militares do inimigo ou conquistar espaços e recursos que serão úteis para o esforço de guerra. Este é o objeto de estudo da estratégia.

Podem-se citar dois exemplos de erros na condução de guerras: durante a II Guerra

Mundial, ao recuar divisões motorizadas que iriam tomar campos de petróleo ao sul do Cáucaso, e enviá-las para o combate em Stalingrado, sem provimento suficiente de combustível, o Exército alemão incorreu em erro *estratégico*. E ao dividir suas forças para enfrentar os ingleses, na batalha de Waterloo, Napoleão Bonaparte cometeu um erro *tático*. Pela teoria de Clausewitz, ambos os erros ocorreram em *batalhas que buscavam a definição*, isto é, as batalhas que decidiram o rumo e o resultado dessas guerras.

Os conceitos de estratégia e tática não costumam se ensinados em cursos civis, e surgem interpretações diversas daquelas que os militares conhecem.

Ackoff e Sasieni estabelecem três formas de reconhecer se um problema é tático ou estratégico: duração do efeito, proporção da organização afetada pela decisão e na medida em que envolverem a determinação de metas e objetivos. Para Ackoff e Sasiani, “*não existem limites precisos nas escalas que representam as três características que distinguem os problemas táticos dos estratégicos. Portanto, na melhor das hipóteses só poderemos dizer que um problema é mais tático ou estratégico que outro, em relação a cada uma destas características.*” (ACKOFF – 1974)

Vê-se claramente que estratégia é a ciência que **integra** as operações. Na organização, cada centro de custos, isto é, cada empresa, cada divisão, cada departamento, cada seção e cada bancada ou cubículo deve ter autonomia para decidir **como** fazer seu trabalho, enquanto que ao centro de custos imediatamente superior caberá decidir **o que** deve feito.

Apesar de métodos de busca de mínimos ou máximos de funções terem sido desenvolvidos anteriormente à Segunda Guerra Mundial, como os multiplicadores de

Lagrange ou as cadeias de Markov, foi durante esta guerra que os serviços de Inteligência Militar do Reino Unido, além do grupo Scientific Computation of Optimum Programs (SCOOP), da Força Aérea norte-americana, utilizaram métodos de otimização para aplicação de esforços de guerra. Na União Soviética, L. V. Kantorovich obteve resultados semelhantes em 1939, mas essas técnicas somente foram publicadas em 1959. (MOKHTAR – 1990) A este novo conjunto de técnicas baseadas em Matemática deu-se o nome de Pesquisa Operacional (PO), ou em inglês Operational Research (OR).

De acordo com Harvey Wagner (WAGNER – 1969), findo o conflito mundial, a primeira aplicação civil desta nova disciplina foi a pesquisa em prospecção de petróleo, estendendo-se para outros ramos industriais e financeiros. Mesmo a teoria dos jogos, desenvolvida ainda nos anos quarentas, pelo prof. John von Neuman, que simula o embate entre exércitos rivais, teve aplicações no mercado financeira em pouco tempo.

A camada do modelo conceitual traz as informações referentes aos objetivos – táticos e estratégicos – e sua quantificação. Deve apresentar o planejamento e o controle das atividades, estabelecendo os índices de produtividade da empresa e do produto.

O objetivo primeiro de uma empresa é obter lucro em suas transações comerciais, através da utilização racional de recursos, enquanto que o objetivo de um produto é satisfazer necessidades de seus eventuais consumidores.

Desta forma, quando a decisão se referir ao aproveitamento de recursos diz-se que busca *eficiência*, e quando buscar a satisfação dos clientes, diz-se que busca a *eficácia*.

4.3 – Modelos de Pesquisa Operacional

Numa empresa, a Pesquisa Operacional é utilizada para maximizar ganhos e reduzir perdas, usando *como unidade de medida o dinheiro*. Para Ackoff e Sasieni (ACKOFF – 1974) a maioria dos problemas de Pesquisa Operacional em organizações civis é de natureza tática, como os problemas de estoque, de teoria de filas aplicada a problemas de manutenção, problemas logísticos de transporte etc.

. Poucas são as iniciativas de organizar os problemas de otimização e dar-lhes um tratamento estratégico visando ao ótimo global da empresa. Dentre as aplicações com enfoque estratégico, pode-se citar a análise de redes com PERT/CPM.

Dantzig desenvolveu em 1946 um algoritmo de resolução de problemas de Programação Linear, a que chamou de método Simplex. Esses problemas visam a encontrar soluções que maximizem ou minimizem funções-objetivo, isto é, que otimizem objetivos, táticos ou estratégicos, em operações. O esquema destes modelos é apresentado na tabela abaixo:

Tabela 6. Formas padrão e canônicas de modelos de PL (BAZARAA–1990)

	Problema de minimização	Problema de maximização
Forma padrão	Minimizar $\sum_j c_j x_j$	Maximizar $\sum_j c_j x_j$
	Sujeito a $\sum_i a_{ij} x_j = b_i \quad i=1,...,m$	Sujeito a $\sum_i a_{ij} x_j = b_i \quad i=1,...,m$
	$x_j \geq 0 \quad j=1,...,n$	$x_j \geq 0 \quad j=1,...,n$
Forma canônica	Minimizar $\sum_j c_j x_j$	Maximizar $\sum_j c_j x_j$
	Sujeito a $\sum_i a_{ij} x_j \geq b_i \quad i=1,...,m$	Sujeito a $\sum_i a_{ij} x_j \leq b_i \quad i=1,...,m$
	$x_j \geq 0 \quad j=1,...,n$	$x_j \geq 0 \quad j=1,...,n$

Onde:

$\sum_j c_j x_j$	Critério ou função objetivo
a_{ij}	Coeficientes tecnológicos
b_{ij}	Restrições
c_{ij}	Coeficiente de custo

Desta forma, tem-se que:

- A função objetivo pode ser desenhada a partir do objetivo exposto no modelo descritivo;
- Os coeficientes tecnológicos, como estrutura do produto, tempos de operação etc. são obtidos do projeto de produto e do projeto de processo;
- As restrições podem ser derivadas a partir das necessidades de recursos produtivos;
- Os coeficientes de custos são estabelecidos tanto no objetivo quanto no desenvolvimento de métricas e parâmetros.

Vê-se que as informações necessárias para o desenvolvimento do modelo conceitual, em linguagem matemática, já devem estar presentes no modelo descritivo.

Em função de o autor ater-se à modelagem da produção e de recursos produtivos – não os financeiros ou tecnológicos – não se discorrerá mais sobre esse assunto.

4.4 – Modelos de Controle de Qualidade

O uso de modelos conceituais também se aplica à qualidade, e pode-se seguir neste nível com o modelo apresentado no nível descritivo, como visto abaixo:



Figura 19. Modelagem da qualidade orientada a clientes. Elaborada pelo autor

O controle de qualidade também apresenta modelos táticos e estratégicos. Como exemplo dos primeiros, pode-se citar o diagrama de causa-e-efeito (ou espinha-de-peixe), desenvolvido por Kaoru Ishikawa, e como exemplo da modelagem estratégica, pode-se citar a Função Desdobramento da Qualidade (QFD).

O paradigma da produção focado no cliente pode ser também a base para a política de qualidade do produto, como pode visto na figura acima.

A partir das necessidades dos clientes, usando ferramentas como Função Desdobramento da Qualidade (QFD) e Projeto de Experimentos (DEX), o produto e o processo capaz são desenvolvidos.

Desta forma, inquire-se junto a *clientes em potencial* quais as características relevantes para desenvolver o produto, o processo e os fornecedores.

Quando da realização das operações, haverá as seguintes relações:

necessidades de clientes	qualidade percebida
desenvolvimento de produto	satisfação de especificações
desenvolvimento do processo	satisfação de não-variação (causas especiais)
Desenvolvimento/seleção de fornecedores	auditorias de qualidade/testes de recebimento

1. Partindo das necessidades dos *clientes em potencial*, após a etapa de distribuição, entra-se em contato com os *clientes reais* para aferir o grau de satisfação com a mercadoria.

2. Após o desenvolvimento do produto, o processo será verificado quanto ao resultado estar dentro das especificações, que são as *causas comuns* de variação. Em não estando, a atuação será dirigida para atender estas especificações. Caso esteja dentro do limite de especificações, pode-se afirmar que o processo é capaz.

3. Após desenvolver um processo que gere a mercadoria – bem ou serviço – verifique-se, através de Controle Estatístico de Processo (CEP) se aquele não apresenta *causas especiais* de variação.

4. Em vez de correr ao mercado para adquirir recursos materiais com base na etiqueta de preço – prática condenada por Deming – selecionam-se fornecedores que se

comprometam em atender nossas necessidades de produção em requisitos de qualidade, tempestividade, quantidade e, eventualmente, preço. Ao se receber os recursos materiais, será aplicado algum teste relacionado aos requisitos, através de dos testes descritos na norma MIL-STD-105 ou pela regra todos-ou-nenhum, advogada por Deming.

Pode-se ver claramente que em cada par de etapas aplica-se o ciclo de Shewhart. A cada etapa descrita acima, em caso de serem encontradas irregularidades ou não-conformidades, deve-se agir na etapa em questão ou em etapas inferiores, de modo orientado pelo conceito de melhoria contínua.

Desta forma, qualquer que seja o modelo usado no nível descritivo, ao passar para o nível conceitual, está-se quantificando e definindo critérios para o planejamento ou para controle do fenômeno em estudo.

5 – camada do modelo operacional

5.1 – Modelagem Orientada a Objetos (OOM)

No final da década de 1980 surgiu um enfoque muito proveitoso na análise de sistemas, a Modelagem Orientada a Objetos (OOM). Ela foi desenvolvida para lidar com problemas complexos, particularmente a criação de Interface Gráfica com o Usuário (GUI) de sistemas operacionais ou . Sua proposta original era discutir a dualidade: ênfase em *funções* (linguagens estruturadas) ou ênfase em *objetos* (linguagens de banco de dados) e apresentar uma síntese das duas. Os modelos habituais são voltados para alguma função, isto é, representam, de alguma forma, comportamentos ou procedimentos. Após o desenvolvimento de linguagens algorítmicas ou procedurais, nas décadas de 1970 e 1980, o ofício de programar era restrito a desenvolver rotinas – procedimentos ou funções – que manipulam dados.

A OOM encapsula, num mesmo objeto, as rotinas e os dados. Desta forma torna-se possível trabalhar com uma estrutura complexa de dados, em que cada objeto tem seus dados (propriedades) e suas rotinas (eventos e métodos). Como ferramenta, a OOM é extremamente útil para desenvolver, em sistemas operacionais, a GUI. Um de seus derivados, a Programação Orientada a Objetos (OOP), desenvolveu ferramentas de programação como o Desenvolvimento Rápido de Aplicações (RAD) que tornam o trabalho de desenvolver sistemas muito complexos de informação uma atividade facilitada. Convém recordar que a OOM é uma evolução do conceito de programação estruturada e dos bancos de dados relacionais, e não uma descoberta inédita, surgida por geração espontânea.

A evolução da OOM resultou na Linguagem Unificada de Modelagem (UML), que é largamente empregada na modelagem de sistemas de informações. Para modelar processos que envolvem ampla automação, como serviços bancários ou Manufatura Integrada por Computador (CIM), a UML é uma ferramenta de aplicação irretocável. Pretende integrar sistemas de grande porte, reduzindo o tempo despendido com manutenção e alterações no sistema de informações, através do conceito de encapsulamento de dados e rotinas num mesmo objeto, com resultados superiores aos alcançados pela programação estruturada.

Suas ferramentas, como o diagrama de eventos, aplicam-se satisfatoriamente à modelagem de equipamentos como *vending machines* ou bloqueios eletrônicos, mas tem de ser revista sua metodologia para modelar atividades que dependem de juízo de valores subjetivos, em que a atividade humana é primordial. É o caso da modelagem com enfoque administrativo.

Para desenvolver a camada de modelo operacional, serão usados os objetos desenvolvidos no modelo descritivo, além da formulação matemática do fenômeno, tratada agora como objeto.

5.2 – Relações entre objetos

Na literatura encontra-se um artigo assinado por Blaha, Premerlani e Rumbaugh (BLAHA – 1988) que explica inequivocamente a melhor maneira de aplicar a Metodologia Orientada a Objetos para modelar bases de dados.

São estabelecidos três tipos de relações entre os objetos: generalização, agregação e associação. No artigo há exemplos transcritos abaixo.

*“Uma **generalização** ou relação ‘é-um’ divide uma classe em subclasses mutuamente excludentes. A generalização pode ter um número arbitrário de níveis.”* (BLAHA – 1988)

O exemplo apresentado no artigo é de equipamentos:

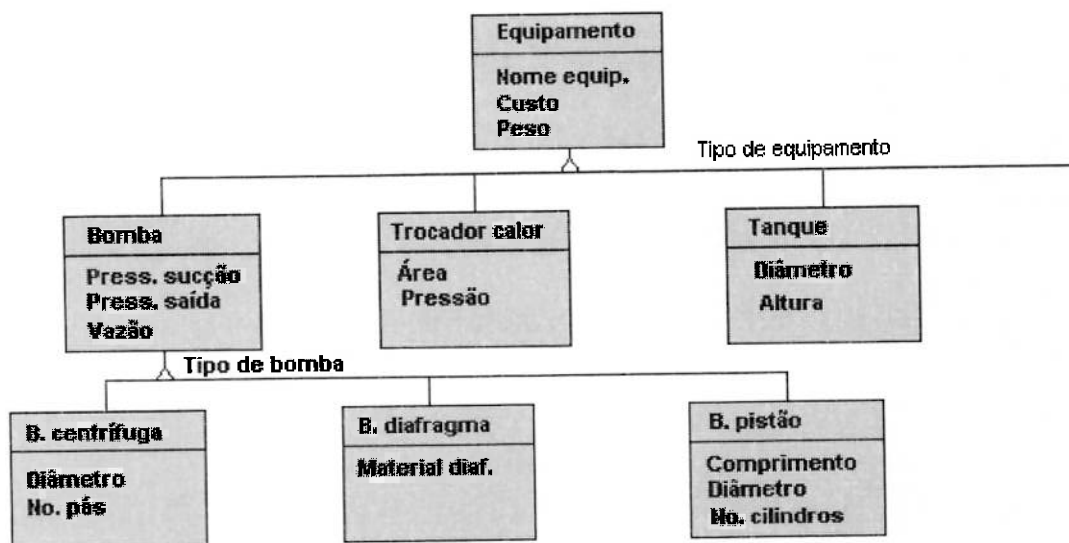


Figura 20. Relação de generalização. (BLAHA – 1988)

À medida em que são criadas subclasses, estas absorvem todos os atributos da classes da qual se originam. Desta forma, uma bomba tem os atributos comuns a todos os equipamentos – *Nome*, *Custo* e *Peso* – mais os atributos próprios de uma bomba - *Pressão*

de sucção, Pressão de saída e Vazão. E uma bomba centrífuga terá ainda os atributos Diâmetro e Número de pás.

“Agregação é um componente de montagem ou relação ‘parte-de’. Um exemplo bem conhecido é a lista de materiais ou o problema de explosão de componentes. A agregação combina objetos de nível baixo em objetos compostos” (BLAHA – 1988) Esta relação estabelece qual objeto é parte componente de qual outro objeto.

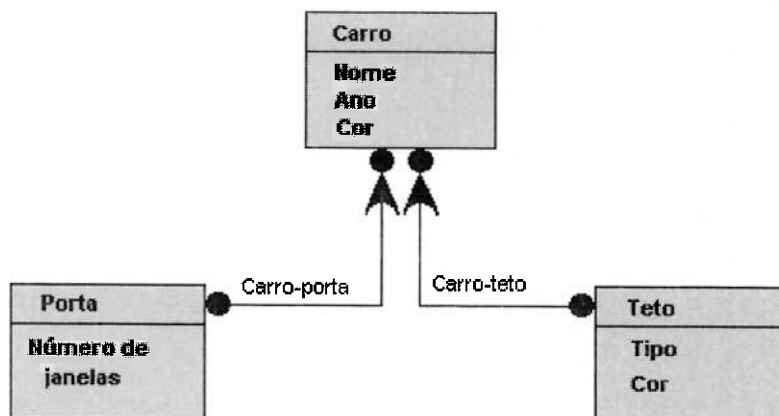


Figura 21. Relação de agregação. (BLAHA – 1988)

Esta relação incorpora no objeto atributos dos objetos constituintes.

*“Uma **associação** relaciona dois ou mais objetos independentes. Os objetos não exibem dependência de existência.”* (BLAHA – 1988)

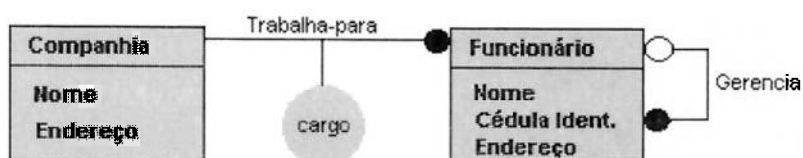


Figura 22. Relação de associação. (BLAHA – 1988)

A figura acima mostra que muitos funcionários trabalham para uma companhia e que um funcionário gerencia outros funcionários. Arbitrariamente, tem-se a restrição de um funcionário trabalhar exclusivamente para uma única companhia.

A partir destes três tipos de relações, nosso objetivo é construir o modelo operacional da produção, com orientação a clientes. A OOM aplica-se a atividades automatizadas e o autor faz algumas alterações na metodologia para aplicá-la a atividades administrativas.

Ao passar do nível de Modelagem Orientada a Objetos para Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional (SGBD-R), Blaha et alli sugerem como transformar a classe em tabela de dados, conforme o esquema abaixo:

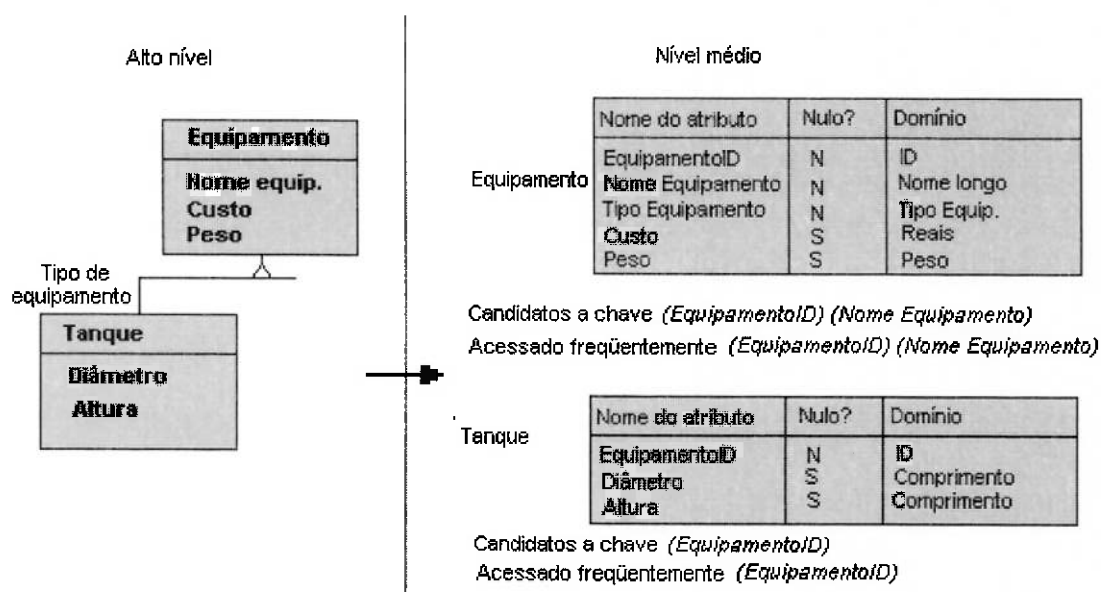


Figura 23. Nível médio para generalização (BLAHA – 1988)

5.3 – Alterações na modelagem

Um conjunto pode ser representado de duas formas: através de seus elementos ou através de atributos. Uma terceira forma, o chamado axioma da escolha, não é considerado por muitos autores.

Ao definir um conjunto por atributos, cada novo atributo apresentado, caso exclua elementos, formará um subconjunto do conjunto anterior. Ao representar, *exempli gratia*, os números naturais, pode-se enumerá-los ou, a partir do conjunto de todos os números, estabelecer atributos restritivos: é real, racional, inteiro e não-negativo.

Normalmente, define-se uma tabela de dados como um conjunto, e os registros como seus elementos. Está-se aplicando, desta forma, o conceito de conjunto a partir de seus elementos.

Na modelagem descritiva apresentada anteriormente, são divididas as atividades em dois grupos: o projeto (ou planejamento) e a produção (ou execução). A primeira fase gera atributos sobre a mercadoria – *conjunto* – enquanto que na segunda são representadas as instâncias positivas desta mercadoria – *elementos*.

Desta forma, um projeto que gera atributos, por exemplo, os atributos de um *item* adquirido, produzido ou montado. Na fase de execução estão sendo realizadas as operações que geram instâncias positivas destes atributos – lotes – portanto elementos de conjunto.

Havia sido estabelecida uma relação de pertinência entre as atividades ou mercadorias concretamente realizadas e o projeto. Também é estabelecida uma simetria entre as etapas de projeto e de produção efetiva.

Retomando o exemplo dado acima sobre a relação de *generalização*, especificado para máquinas e equipamentos, vê-se esse recurso produtivo do ponto de vista da *função manutenção*.

Primeiro, é preciso estabelecer uma relação entre os objetos abstratos, da fase de projeto, e os objetos de existência concreta. A relação é a de pertinência:

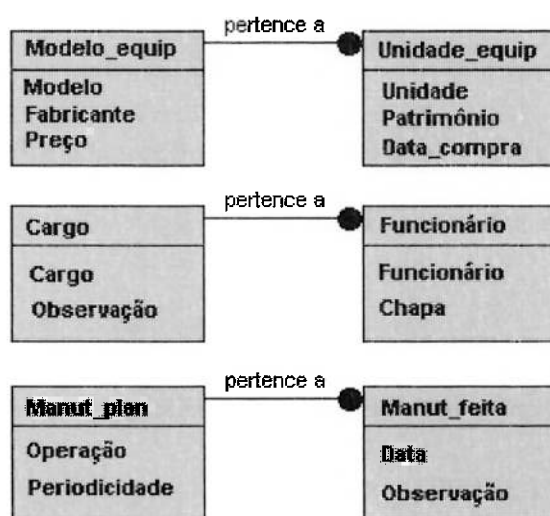


Figura 24. Relação entre conjunto e elemento. (elaborado pelo autor)

Vê-se que a unidade de equipamento é uma instância positiva do modelo de equipamento, e esta relação é válida para funcionário e cargo, assim como a operação de manutenção efetivamente realizada e a operação de manutenção planejada.

Em vez de se usar a relação de generalização, em que todos os atributos de cargo são assimilados por funcionário, separam-se os objetos. Tal não costuma ser feito quando a OOM destina-se a modelar processos automatizados.

Pode-se ver agora como ficam relacionados estes objetos nas fases de projeto (ou planejamento) e de execução:

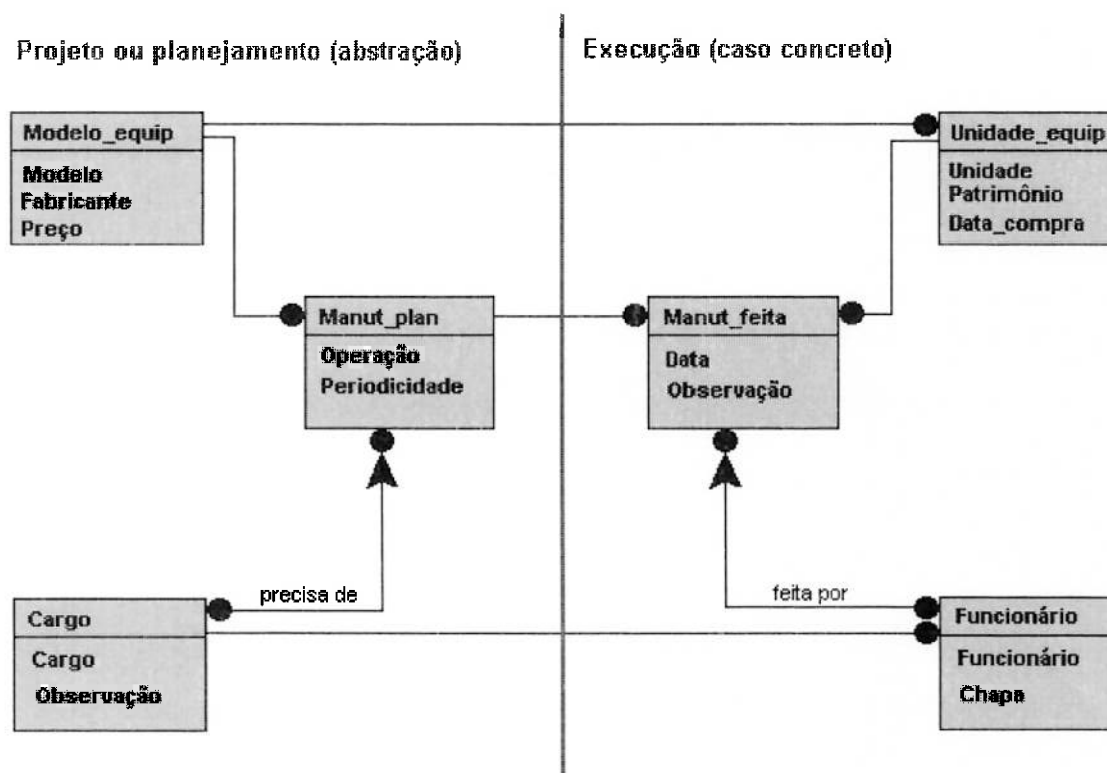


Figura 25. Planejamento e execução de manutenção (elaborado pelo autor)

Desta forma cria-se um espelho entre o que foi projetado (ou planejado) e o que efetivamente é realizado. A vantagem do uso da metodologia apresentada até aqui é a facilidade para modelar sistemas produtivos – do ponto de vista da administração – em relação a enfoques tradicionais. Por mais complexo que seja o sistema, a metodologia pode ser aplicada com evidente simplicidade, pois aplica-se inicialmente à atividade-fim da empresa e, recursivamente, às atividades de apoio.

Outra alteração na modelagem refere-se a atributos. É difícil definir a priori quantos endereços tem um cliente, quantos documentos porta um funcionário ou quantas dimensões tem um equipamento.

Ademais, qualquer alteração nos atributos de uma classe ou subclasse é efetuada pelo programador. No exemplo exposto por Blaha et alli, ao criar uma subclasse de *Equipamentos*, no caso *Tanque*, os atributos da subclasse poderiam ser alterados pelo usuário se fosse seguida a seguinte modelagem:

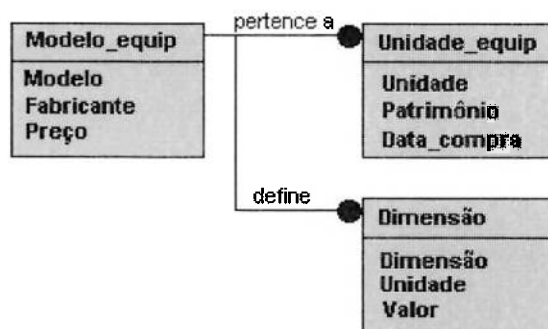


Figura 26. Alteração de atributos (elaborado pelo autor)

Desta forma, criam-se três classes: *modelo de equipamento* (como um tanque), que possui *dimensões* (como diâmetro e altura) e *unidade de equipamento*, que herda os atributos de *modelo de equipamento*, junto com as *dimensões*.

Desta forma, a cada novo tanque adquirido pela empresa, basta criar um novo objeto *unidade de equipamento*, o qual herdará os atributos de tanques já definidos.

Ao passar para o nível de banco de dados, tem-se:

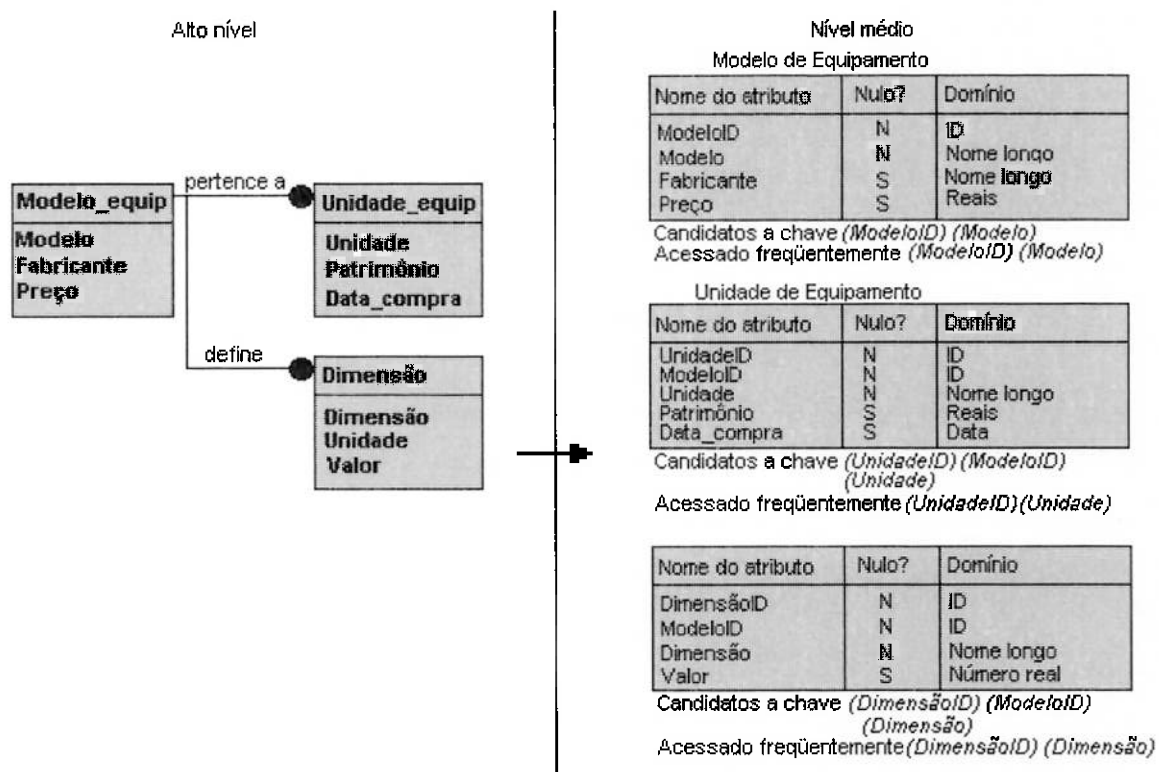


Figura 27. Alteração proposta para o nível médio (elaborada pelo autor)

A vantagem de se criar a classe *Dimensão*, em vez de usar a relação de generalização proposta por Blaha et alli, é a possibilidade de o usuário poder acrescentar, excluir ou alterar as dimensões do equipamento sem a interferência de um programador.

A vantagem do uso da relação de agregação, em vez de generalização, por exemplo, entre *modelo de equipamento* e *unidade de equipamento*, é a redução no tamanho das tabelas de dados, no caso de haver dois ou mais objetos de cada classe, pois os campos que definem a classe *modelo de equipamento* não precisam ser repetidos em cada registro de *unidade de equipamento*.

6 – Exemplo da metodologia: Recursos Humanos

6.1 – Necessidade do cliente: Recursos Humanos

Para construir uma base de dados para o departamento de Recursos Humanos, pode-se aplicar a mesma metodologia comum a qualquer recurso produtivo. A mercadoria necessária tem o nome de cargo, e é especificada por atributos. Qualquer pessoa que seja instância positiva de todos os atributos que definem um cargo pode postular uma colocação e ser um elemento desse conjunto.

À medida que se desenvolvem os objetos para definir o cargo (*conjunto*) também são construídos os objetos do funcionário (*elemento*). É sempre proveitoso recordar que o cargo é uma *abstração*, enquanto que o funcionário é um objeto *concreto*.

Desta forma, constroem-se os objetos CARGO, com os atributos que o definem, e a tabela CARGO_ATRIB, relacionando as atribuições inerentes a ele. O objeto auxiliar ATRIBUICOES relaciona todas as possíveis atribuições que os funcionários podem desempenhar dentro da organização, e será útil quando do planejamento de atividades.

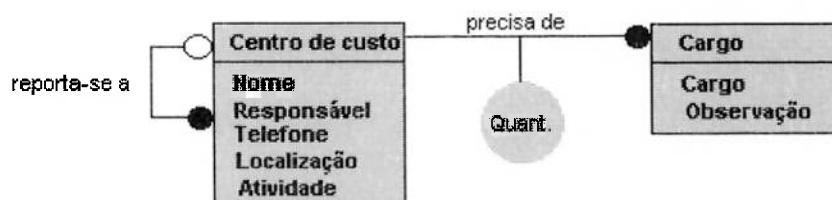


Figura 28. Necessidade de Recursos Humanos (elaborada pelo autor)

O Departamento de Recursos Humanos oferece mão-de-obra para os demais centros de custos da empresa, sendo seu fornecedor. Na figura acima, modela-se a necessidade de mão-de-obra (cargo) dos centros de custos da empresa. O passo seguinte é projetar o recurso produtivo mão-de-obra (projeto de produto).

6.2 – Projeto de produto: Recursos humanos

O cargo será descrito por quatro objetos auxiliares: níveis salariais possíveis, formação necessária para o desempenho da função, atribuições inerentes e testes a que tem de se submeter durante a fase de recrutamento.

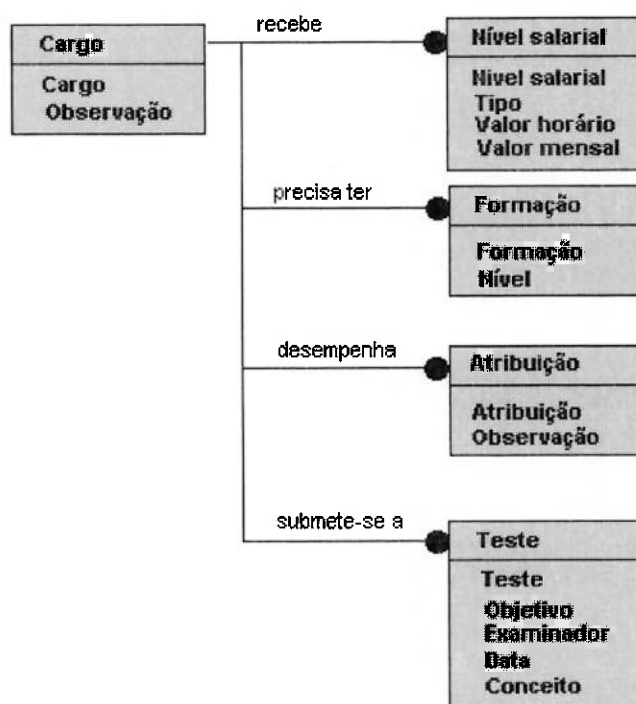


Figura 29. Projeto de produto: recursos humanos (elaborada pelo autor)

Após definir o CARGO, defini-se o funcionário, através do objeto FUNCIONARIO. O funcionário deve ser:

identificado através de documentos como CPF, RG, CNH etc. Todos os documentos devem fazer parte de uma lista da tabela DOCUMENTOS, e relacionados com o funcionário através da tabela FUNC_DOC;

localizado através de seu(s) endereço(s) e número(s) de telefone. Os endereços

constarão da tabela FUNC_END e o(s) número(s) de telefone da tabela FUNC_FONE;

tem vida familiar, especificamente seus dependentes legais, devem estar relacionados na tabela FUNC_DEPEND;

caso seja filiado a entidades classistas, como conselhos, sindicatos, associações ou ordens, que devem estar relacionadas na tabela ENTIDADES, sua eventual filiação a cada uma deve constar da tabela FUNC_ENTID;

Para fins de pagamento de salário, férias e décimo-terceiro salário, assim como depósito de FGTS, o funcionário deve ter relacionadas suas possíveis contas bancárias (corrente, de poupança etc.) na tabela FUNC_CONTA, relacionada com as tabelas de agências bancárias, BANCO_AGENCIA, e tipo de conta da tabela TIPO_CONTA.

Talvez haja interesse por parte da empresa em relacionar eventuais pessoas da relação do funcionário que sirvam como referência pessoal. Do contrário já tem-se todas os obbjetos necessários para definir o *cargo* e o *funcionário*.

Tabela 7. Objetos do projeto de produto: mão-de-obra (elaborada pelo autor)

<i>Descrição</i>	<i>Objeto auxiliar</i>	<i>onjunto</i>	<i>Elemento</i>
Mão-de-obra		ARGO	FUNCIONARIO
Tarefas a desempenhar	ATRIBUICOES	ARGO_ATRIB	
Identificação	DOCUMENTOS		FUNC_DOC
Localização			FUNC_END; FUNC_FONE
Vida familiar			FUNC_DEPEND
Filiação a entidades	ENTIDADES		FUNC_ENTID
Contas bancárias	BANCO_AGENCIA; TIPO_CONTA		FUNC_CONTA

6.3 – Projeto de processo: Recursos Humanos

O processo de consecução de mão-de-obra é relativamente simples:

Formação intelectual – Ainda criança, o indivíduo passa a receber uma educação formal em escolas. Para cada cargo, há a necessidade de o candidato ter concluído um número de cursos. Estes cursos devem constar da tabela CURSOS e relacionados ao cargo através da tabela CARGO_CURSO e, ao funcionário, através da tabela FUNC_CURSO. Caso o funcionário tenha assistido a cursos que não sejam imprescindíveis ao cargo, também esses cursos devem constar de seu prontuário.

Formação prática – deve-se registrar a experiência anterior do candidato em outras empresas, através da tabela FUNC_EXP. Esses dados permitem entrar em contato com seus superiores hierárquicos anteriores com vistas a obter referências;

Aplicação de testes – existem testes padronizados para avaliar a capacidade técnica ou a personalidade do candidato, que devem estar na tabela TESTES, e os testes necessários à postulação de um determinado cargo devem constar de CARGO_TESTE. À medida em que o candidato é submetido aos testes, os resultados aparecem em FUNC_TESTE.

Exames médicos – de caráter eliminatório na seleção de candidatos, registrados em EXAMES e FUNC_EXAME.

Entrevistas – as entrevistas são feitas por funcionários capacitados de RH e pelos responsáveis pelo centro de custos que tem necessidade de mão-de-obra. O resultado de cada entrevista está registrado em FUNC_ENTREV;

Admissão – caso a decisão seja a de contratar o candidato, o registro deverá ser feito na tabela FUNCIONARIO, anotando o tipo de contrato de trabalho, da tabela TIPO_CONTRATO, o centro de custos em que o funcionário estará lotado, o nível salarial (SALARIOS), o horário de trabalho (HORARIOS) que deverá seguir e a data de admissão. Além disso, esses dados devem constar da tabela FUNC_HIST;

Para fins de capacitação, a empresa deve prover treinamentos aos funcionários. Esses

treinamentos devem estar relacionados na tabela TREINAMENTOS e os funcionários a que eles assistirem devem constar de FUNC_TREIN;

Caso o funcionário seja transferido ou promovido, a alteração de centro de custos ou de nível salarial deve constar também da tabela FUNC_HIST;

Se, por qualquer motivo (insuficiência, aposentadoria, doença etc.), for decidida a rescisão de contrato, a data e o motivo da rescisão devem constar das tabelas FUNC_HIST e FUNCIONARIO.

Desta forma o funcionário atravessa três estados principais – (C)andidato, (A)tivo e (D)ispensado, registrados na tabela FUNCIONARIO.

Tabela 8. Objetos do projeto de processo: mão-de-obra (elaborada pelo autor)

<i>Descrição</i>	<i>Objeto auxiliar</i>	<i>Conjunto</i>	<i>Elemento</i>
Formação intelectual	CURSOS	CARGO_CURSO	FUNC_CURSO
Formação prática			FUNC_EXP
Aplicação de testes	TESTES	CARGO_TESTE	FUNC_TESTE
Exames médicos	EXAMES		FUNC_EXAME
Entrevistas c/ interessados			FUNC_ENTREV
Admissão do candidato	TIPO_CONTRATO		FUNC_HIST; FUNCIONARIO
Transferência			FUNC_HIST; FUNCIONARIO
Treinamento do func.	TREINAMENTOS		FUNC_TREIN
Promoção do func.			FUNC_HIST; FUNCIONARIO
Rescisão do contrato	TIPO_RESCISAO		FUNC_HIST; FUNCIONARIO

6.4 – Projeto de métricas: Recursos Humanos

Para especificar métricas e parâmetros do recurso produtivo, tem-se de levar em consideração os critérios de:

- Gerenciabilidade – os parâmetros que servirão de índice de produtividade devem ser facilmente mensurados e alterados por decisão do administrador;
- Importância – devem-se usar parâmetros relevantes para avaliar e planejar o recurso produtivo. (MUSCAT – 2000)

A mão-de-obra será avaliada a partir do tempo em que está disponível ao serviço (objetivamente) e através de avaliações feitas por colegas e superiores (subjetivamente). Essas avaliações serão a base para decisões como manter, treinar, transferir, promover ou demitir o funcionário.

A avaliação sobre horas disponíveis deve levar em consideração as horas planejadas e disponíveis, assim como o valor pago ao funcionário, especificado por mês e por funcionário. Outros índices que utilizem horas trabalhadas e horas produtivas podem ser apostas diretamente em uma planilha de cálculo.

Tabela 9. Objetos do projeto de parâmetros: mão-de-obra (elaborada pelo autor)

<i>Descrição</i>	<i>Objeto auxiliar</i>	<i>Conjunto</i>	<i>Elemento</i>
Horário normal de trabalho	HORARIOS		HORAS_DISP
Ausências, feriados ou licenças	TIPO_AUSENCIA		
Avaliação pessoal			FUNC_AVAL

Uma vez que estejam selecionados os objetos do recurso produtivo ‘mão-de-obra’, pode-se iniciar a construção da base de dados e do módulo do sistema de informações.

7 – Conclusões

O autor espera ter apresentado uma forma coerente de modelar processos produtivos, seja para a atividade-fim ou para atividades de apoio, que são os recursos produtivos.

Apesar de atinar que esta mesma metodologia serve para recursos financeiros, não se pode inferir que, para operações estritamente financeiras, seja a melhor modelagem. Desta forma, evita-se lidar com a modelagem conceitual de otimizações.

As diferenças na modelagem com o conceito de OOM, quando usada com fins de automatizar processos, e quando aplicada a sistemas de informações gerenciais, não são difíceis de assimilar.

A implementação do SI baseado na seção 6 foi feita com utilização de ferramenta RAD, e, excetuando a parte contábil, que assume-se não ser do escopo desta monografia, mostrou-se bastante completa. Os módulos realizados são:

- Recrutamento e seleção de candidatos, em que é feito o cadastro com as classes Funcionário e suas classes de atributos;
- Recursos humanos, em que são definidas as classes auxiliares, além do cadastro de funcionários ativos e dispensados;
- Folha de pagamento, com ênfase às classes obtidas a partir de métricas e parâmetros, para avaliação de funcionários.

A referida construção não foi rápida. Nosso intuito é testar uma metodologia de produção de SIs gerenciais, e não apenas fazer o referido SI. Apesar de o autor ter partido de metodologias existentes, a implementação e experimentação consumiram tempo.

Apesar de não ter sido realizado, o subsistema de Máquinas e equipamentos teve sua modelagem feita seguindo os mesmos passos do subsistema de Recursos Humanos. O autor espera que a metodologia também seja eficiente quando aplicada a recursos financeiros e otimizações, contudo não foi possível experimentar.

8 – Referências bibliográficas

- ACKOFF – 1974 Ackoff, R. L. e Sasieni, M. W. **Pesquisa operacional**. Rio de Janeiro, Livraria Técnico Científica, 1974
- AKAO – 1990 Akao, Yoji. **Quality function deployment**. Portland, Productivity Press, 1990
- BARNES – 1977 Barnes, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1977.
- BAZARAA – 1990 Bazaraa, Mokhtar S. et alli. **Linear programming and network flows**. Nova York, John Wiley and Sons, 1990.
- BIEBACHER – 1996 Biebacher, C. K. [et alli]. Self-Organization in the physico-chemical and life sciences. Relatório EUR 16546, European Commission, 1995. In Prigogine, Ilya. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza**, São Paulo, Editora da Unesp, 1996.
- BLAHA – 1988 Blaha, Michael R. et alli. Relational database design using an object-oriented methodology. In **Communications of the ACM**, abril de 1988, Volume 31, Nro. 4.
- CLAUSEWITZ – 1979 Von Clausewitz, Carl. **Da guerra**, livro II, cap. I. Martins Fontes e UnB, 1979.
- COAD – 1992 Coad, Peter e Yourdon, Edward. **Análise baseada em objetos**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1992.
- COSTA – 1997 Costa, Newton C. A. **O conhecimento científico**. São Paulo, Discurso Editorial, 1997.
- DEMING – 1986 Deming, W. E. **Out of crisis**. Cambridge, Cambridge Press, 1986.
- DRUCKER – 2000 Drucker, Peter. Com um pé atrás. In **Revista Exame**. São Paulo, Editora Abril, novembro de 2000.
- DRUCKER – 1999 Drucker, Peter. **Administrando em tempos de grandes mudanças**. São Paulo, Editora Pioneira, 1999.
- DUNCAN – 1996 Duncan, W. R. et alli. **A guide to the project management body of knowledge**. Maryland, Project Management Institute, 1996.

FELICIANO – 1996	Feliciano Neto, A. e Shimizu, T. Sistemas flexíveis de produção , São Paulo, Makron Books, 1996.
GNEDENKO – sem data	Gnedenko, B. V. The theory of probability . Moscou, MIR Publishers, sem data.
GRIFFITHS – 1994	Griffiths, Catherine. Responsibility for IT: a grey area of management. In Lesley Wilcoks. Information management: the evolution of information systems investments . Londres, Chapman & Hall, 1994.
GURGEL – 1995	Gurgel, Floriano C. A. Administração do produto . São Paulo, Editora Atlas, 1995.
HADLEY – 1979	Hadley, G. Álgebra linear ; tradução de Francisco Rego Chaves Fernandes. Rio de Janeiro, Forense-Universitária, 1979.
HAMILTON – 1974	Hamilton, W. F. Moses, M. A. A computer-based corporate planning system , The Institute of Management Sciences, 1974.
HEDBERG – 1995	Hedberg, Sara Reese. The data gold rush. in Byte , Outubro de 1995.
ISHIKAWA – 1987	Ishikawa, Kaoru. What is total quality control? Englewood-Cliffs, Prentice-Hall, 1987
KEHL – 1991	Kehl, Sérgio Augusto Penna. Notas de aula sobre Políticas de Produção . São Paulo, EPUSP, 1991.
KUHN – sem data	Kuhn, T. S., A estrutura das revoluções científicas . São Paulo, Editora Perspectiva, 5ª. edição sem data.
KYNG – 1995	Kyng, M. Making representations work. in Commun. ACM 38, 9, setembro de 1995, pg. 46-55.
LUCAS – 1985	Lucas, Henry C. The anaysis and implementation of information systems . Nova York, McGraw-Hill, 1985.
MARX – 1977	Marx, Karl. Grundrisse . Middlex, Penguin Books Ltd. 1977.
MASLOW – 1954	Maslow, Abraham H. Motivation and personality . Nova York, Harper & Row, 1954.
MINTZBERG – 1998	Mintzberg, H. A. The nature of managerial work. 1980, in Turban, E. e Aronson, J. E., Decision support systems and

intelligent systems. New Jersey, Prentice-Hall, 1998.

- MONTGOMERY – 1997 Montgomery, Douglas C. **Introduction to statistical quality control.** Nova York, John Wiley & sons, 1997.
- MONTORO – 1991 Montoro Filho, A. F. et alli, **Manual de economia.** São Paulo, Saraiva, 1991.
- MORA – 1971 Mora, José Ferrater. **Diccionario de Filosofia.** Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 1971
- MURPHY – 1996 Murphy, Patrice L. Pharmaceutical Project Management. Is it different? In DUNCAN, W. R. et alli. **A guide to the project management body of knowledge.** Maryland, Project Management Institute, 1996.
- MUENCH – 1996 Muench, Dean. The Sybase development framework. In DUNCAN, W. R. et alli. **A guide to the project management body of knowledge.** Maryland, Project Management Institute, 1996.
- MUSCAT – 2000 Muscat, Antônio R. N. **Notas de aula sobre produtividade.** São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção/EPUSP, 2000.
- NÓBREGA – 2000) Nóbrega, Clemente. **Para refletir com calma.** in Revista Exame. São Paulo, Editora Abril, novembro de 2000.
- OLIVEIRA – 1994 Oliveira, Djalma P. R. **Sistemas, organização e método: uma abordagem gerencial.** São Paulo, Editora Atlas, 1994.
- ORLICK – 1994 Orlick, Joseph. **Material requirements planning.** New York, McGraw-Hill, 1994.
- PACITTI – 1967 Pacitti, Tercio. **FORTTRAN-monitor; princípios.** Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1967.
- PRIGOGINE – 1996 Prigogine, Ilya. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza.** São Paulo, Editora da Unesp, 1996.
- RECHTIN – 1997 Rechtin, E., Spectrum, **The synthesis of complex systems.** IEEE, July 1997.
- RUSSELL – 1956 Russell, Bertrand. **Perspectiva científica.** São Paulo, Editora Nacional, 1956.
- SARTRE – 1978 Sartre, Jean-Paul. **O existencialismo é um humanismo; A imaginação; Questão de método.** São Paulo: Abril

Cultural, 1978.

- SETZER – 1986 Setzer, V. W. **Projeto lógico e projeto físico de banco de dados**. Belo Horizonte, UFMG, 1986.
- SHANON – 1949 Shanon, Claude. **The mathematical theory of communication**, 1949.
- SIMONSEN – 1971 Simonsen, Mário Henrique. **Teoria microeconômica**, volume I. Rio de Janeiro, FGV, 1971.
- STAIR – 1998 Stair, Ralph M. **Princípios de sistemas de informação**. Rio de Janeiro, LTC, 1998.
- STEWART – 1989 Stewart, Ian. **Does God play dice?** Cambridge-USA, Basil Blackwell Inc. 1989.
- TAYLOR – 1971 Taylor, F. W. **Princípios de administração científica**. São Paulo, Editora Atlas, 1971.
- TOFFLER – 1980 Toffler, Alvin. **A terceira onda**. Rio de Janeiro, Editora Record, 1980.
- TURBAN – 1998 Turban, E. e Aronson, J. E.. **Decision support systems and intelligent systems**. New Jersey, Prentice-Hall, 1998.
- VITUSHKIN – 1961 Vitushkin, A. G. **Theory of the transmission and processing of information**. New York, Pergamon, 1961.
- WEBER – 1987 Weber, Max. **Ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo, Editora Pioneira, 1987.
- WITTGENSTEIN – 1968 Wittgenstein, Ludwig. **Tractatus logico-philosophicus**. São Paulo, Editora Nacional, 1968
- WITTGENSTEIN – 1978 Wittgenstein, Ludwig. **Remarks on the foundations of mathematics**. Londres, William Clowes & Sons Limited, 1978.
- VON WRIGHT – 1951 Von Wright, George Henrik. **A treatise on induction and probability**, Routledge and Kegan Paul Ltd, Londres, 1951.