

## **2. Fundamentação Teórica**

Este Capítulo 2 tem como objetivo apresentar os principais conceitos envolvidos com o tema da dissertação sob forma de uma revisão bibliográfica e apresentar um modelo de referência para os sistemas integrados de informação para SCM.

### **2.1. Tecnologia da Informação (TI)**

A TI é um conjunto de infra-estrutura, ferramentas, técnicas e métodos que, usados em organizações, podem auxiliar na melhoria de operações rotineiras e estratégicas (Rozenfeld e Bremer, 2000).

A TI é um recurso chave para se obter integração dos processos na cadeia de suprimento, que consiste em ferramentas utilizadas para captar, processar, armazenar e transferir informações de maneira a poder tomar as melhores decisões para o gerenciamento de uma cadeia de suprimento (Chopra & Mendel, 2003).

#### **2.1.1. Dados e Informação**

A informação é um conhecimento derivado dos dados, ou seja, temos um *input* com os dados, em seguida o processamento deste dado gera uma informação como *output*. Um dado é qualquer fato registrado, independente do meio. A informação varia de acordo com o agente. Por exemplo, as vendas de uma empresa podem ser vistas por diferentes pontos de vista: o do vendedor (detalha vendas pessoais); o do gerente (totais por vendedor); ou do diretor (totais por departamento ou produto). As necessidades do agente determinam se um dado gera ou não uma informação. Por exemplo, o número de alunos inscritos na PUC é uma informação para o reitor da PUC (ele extrai conhecimento deste dado), enquanto que para o pipoqueiro do Teatro Municipal isto é somente um dado (Hamacher, 2003).

A informação é consequência do processo de refino dos dados, que antes eram apenas um fato registrado. Uma vez com a informação disponibilizada, é possibilitado ao gerente planejar, avaliar e executar as diretrizes com visibilidade, acuracidade e rapidez.

Chopra & Mendel (2003) menciona que a informação é crucial para o desempenho de uma cadeia de suprimento, pois ela é o alicerce sobre o qual os gerentes de cadeia de suprimentos estruturam suas decisões. A informação permite que a gerência tome decisões sobre um amplo escopo que abrange funções e empresas, além de ser o componente real sobre o qual baseiam-se as decisões dos outros componentes da cadeia de suprimentos. Essencialmente, a informação é elo que conecta, integra e permite seu funcionamento.

As informações devem ter as seguintes características para que possam ser úteis nas tomadas de decisões a respeito da cadeia de suprimento:

- 1. Precisão:** As informações devem estar em conformidade com a realidade. Por exemplo, o estoque físico deve corresponder ao estoque mostrado pelo sistema (Dextron Management Consulting, 2003). Sem informações que ofereçam o verdadeiro quadro do estado da cadeia de suprimento, torna-se muito difícil tomar as decisões certas (Chopra & Mendel, 2003).
- 2. Acesso (disponibilidade) e atualização em tempo hábil:** Muitas vezes existem informações precisas, mas no momento em que se tornam acessíveis já estão defasadas ou, quando são atualizadas, não se encontram acessíveis. Para tomar boas decisões, o gerente precisa de informações atualizadas, de fácil acessibilidade (Chopra & Mendel, 2003).
- 3. Utilidade:** Os responsáveis pelas decisões precisam de informações que possam utilizar. Muitas vezes as empresas possuem enormes quantidades de dados que colaboram para a tomada de decisões. As empresas devem analisar quais informações devem ser registradas para que fontes valiosas não sejam desperdiçadas com dados insignificantes e para que os dados realmente importantes não passem despercebidos (Chopra & Mendel, 2003).
- 4. Flexibilidade:** As informações devem ser flexíveis para se adaptarem às necessidades específicas de usuários e clientes gerando, por exemplo, relatórios de entrega por região (Dextron Management Consulting, 2003).

### **2.1.2. Definição de Tecnologia de Informação**

A TI consiste em *hardware* e *software* utilizados por toda a cadeia de suprimentos para agrupar e analisar as informações (Chopra & Mendel, 2003). O software é a ferramenta que estabelece o planejamento e a programação das operações transacionais e analíticas. O *hardware* é a ferramenta de suporte ao software por ser tratar de máquinas e equipamentos. Na tecnologia de informação um depende do outro, ou seja, para os programas e os sistemas funcionarem é necessário todo um aparato de máquinas como: impressora, coletor de dados, etiquetador e computadores.

A TI é muito importante em toda cadeia de suprimento devido ao grau de complexidade e gerenciamento que é exigido na cadeia. A utilização da tecnologia de informação tornou-se vital devido ao volume de informações que partem de diversos departamentos das empresas, fornecedores e clientes. A corrida para manter suas posições no mercado e conquistar continuamente novos espaços exige das empresas muita agilidade, mobilidade e flexibilidade com ampla visão. O sucesso da cadeia tem uma ligação com o avanço da tecnologia de informação.

## **2.2. Sistema de Informação (SI)**

A presente seção tem como objetivo descrever os principais sistemas de informação necessários para o sucesso de uma cadeia de suprimento sob a perspectiva da SCM. Os SI podem ser de diversos tipos. A presente dissertação classifica os SI em: sistemas legados, sistemas transacionais e sistemas analíticos. Esta seção apresenta inicialmente a evolução dos sistemas de informação para em seguida apresentar os três tipos de sistemas.

### **2.2.1. Evolução dos sistemas de informação: do MRP ao Software de SCM**

Antes da introdução dos sistemas computacionais na produção, as técnicas de administração da produção eram manuais, penosas e lentas. O advento do computador proporcionou uma mudança neste cenário com a introdução dos primeiros programas de Planejamento e Controle da Produção (PCP).

O avanço da tecnologia de informação permitiu a utilização de sistemas computacionais por parte das empresas para suportar suas atividades. Geralmente, em cada empresa, vários sistemas foram desenvolvidos para atender aos requisitos específicos de suas diversas unidades de negócio, plantas, departamentos e escritórios. A informação ficava dividida entre os diferentes sistemas. Os principais problemas dessa fragmentação da informação eram relacionados à dificuldade de conciliar as informações e a inconsistência de dados redundantes armazenados em mais de um sistema.

Os sistemas de Planejamento das Necessidades de Materiais (*Material Requirement Planning* - MRP) e os sistemas de Planejamento dos Recursos de Manufatura (*Manufacturing Resource Planning* - MRPII) podem ser considerados como exemplos, pois são destinados à área de manufatura, principalmente para as atividades de PCP.

O MRP foi desenvolvido no final dos anos 60 para atender apenas as necessidades de material, o que até o momento era feito de forma manual. O MRP passou a calcular o ressurgimento de material através de um sistema.

A partir dos anos 80 os sistemas e conceitos do planejamento de materiais foram expandidos e integrados a outras partes da empresa. Com esta versão ampliada do MRP, conhecida como MRP II, pôde-se avaliar as implicações da futura demanda nas áreas financeiras e de engenharia, assim como se pode analisar as implicações quanto à necessidade de materiais (Slack *et al.*, 1999). O MRPII funciona de forma integrada na cadeia de suprimento, uma vez que a previsão de demanda é fundamental, tornando-se um grande diferencial sobre o MRP que trata apenas de ressurgimento de material. A capacidade é outro *upgrade* obtido com o MRPII, ou seja, o MRPII leva em consideração a capacidade da planta, equipamentos, instalações e mão-de-obra disponível, gerando uma necessidade de material, ou seja, matéria prima e produto acabado.

No início dos anos 90 a produção passou a ser considerada estratégica por muitas empresas e a sua integração com as demais atividades das empresas começou a ser essencial. Nesse novo cenário surgiram os primeiros Sistemas

Integrados de Gestão Empresarial (*Enterprise Resources Planning-ERP*). Considerados por muitos autores como sendo uma evolução dos sistemas MRP II, os sistemas ERP propõem a solução dos problemas ligados à fragmentação de toda a informação da empresa, e não apenas à fragmentação da informação ligada a manufatura, como acontecia com o MRP II. Isso ocorre devido ao fato de serem agregados, em um só sistema, as funcionalidades que suportam as atividades dos diversos processos de negócio das empresas.

Finalmente, desde a segunda metade da década de 90 vêm sendo introduzidos os chamados sistemas de gestão da cadeia de suprimentos, rotulados de *software* de SCM ou *SCM Applications*. Estes sistemas de informação podem ser considerados como uma nova geração de *software* de gestão empresarial que transcendem as fronteiras organizacionais da própria empresa e são imprescindíveis para a gestão de cadeias de suprimentos (Kahl, 1999; Guenther & Laakmann, 2002).

A Figura 1 apresenta de forma sucinta a evolução descrita nesta seção. Primeiramente buscou-se a automação das distintas funções do cotidiano do negócio com sistemas do tipo MRP e MRP II. Buscou-se em seguida soluções

transacionais que integram os processos em um modelo de negócios comum, soluções estas das quais faz parte o ERP. Finalmente buscou-se um maior conhecimento de toda a organização para melhorar e integrar a empresa à sua cadeia de suprimentos, através do que Kahl (1999) chama de automação dos relacionamentos, o que é viabilizado com o *software* de SCM.

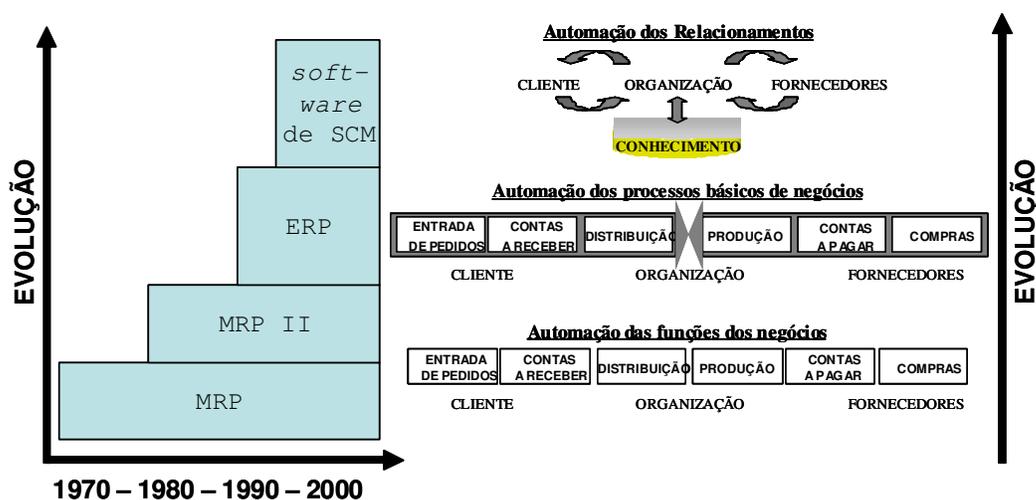


Figura 1: Evolução dos sistemas de informação (adaptado: Kahl, 1999; Hieber e Alard, 1999).

## 2.2.2. Sistemas Transacionais

Os sistemas transacionais são processos simples e de grande volume de transações que necessitam de precisão e segurança (Hamacher, 2003). Estes sistemas são responsáveis pela aquisição, processamento e comunicação das informações sobre o passado e presente das operações da empresa e com a compilação e disseminação destas informações (Karl, 1999; Shapiro, 1999).

### 2.2.2.1.

## MRP, MRPII, DRP

O MRP permite que as empresas calculem quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento. Para isto, ele utiliza os pedidos em carteira, assim como uma previsão para os pedidos que a empresa acha que irá receber. O MRP verifica, então, todos os ingredientes ou componentes que são necessários para completar esses pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo. O conceito do planejamento das necessidades de materiais expandiu e foi integrado a outras partes da empresa, que é conhecida como Planejamento dos Recursos de Manufatura (Slack *et al.*, 1999).

O MRPII permite que as empresas avaliem as implicações da futura demanda da empresa nas áreas financeiras e de engenharia, assim como analisem as implicações quanto à necessidade de material, tornando-se um plano global para empresa (Slack *et al.*, 1999).

A quantidade de módulos que compõe um MRP II tende a variar ao redor das atividades básicas do PCP, geralmente, cada módulo executa uma dessas atividades. Para ilustrar, pode-se citar, por exemplo, o sistema comercial *Control Manufacturing*, comercializado pela Cincon Systems, composto pelo módulo programa mestre da produção, lista de materiais, roteiros de fabricação, planejamento das necessidades de materiais, gerenciamento de custos, compras e controle do chão de fábrica (Pires, 1995).

O Planejamento das Necessidades de Distribuição (*Distribution Resource Planning-DRP*) é uma abordagem mais sofisticada de planejamento, que leva em conta os diversos estágios de distribuição e as características de cada estágio. É uma extensão do planejamento de necessidades de materiais (MRP), embora haja uma diferença fundamental entre as duas técnicas. A técnica do MRP é baseada na programação de produção definida e controlada pela empresa. A técnica do DRP é baseada na demanda dos clientes, a qual não é controlada pela empresa. O DRP funciona em um ambiente dependente, no qual a incerteza da demanda dos clientes determina os níveis necessários de estoque. O DRP coordena níveis, planeja a movimentação de estoque e, se necessário, reprograma estoques entre vários estágios da cadeia. O instrumento fundamental do planejamento DRP é a programação, que estabelece as necessidades no prazo planejado. Há uma programação para cada produto e para cada local. As programações para um

mesmo produto são consolidadas para definir as necessidades totais de ressurgimento a partir do depósito da fábrica (Bowersox & Closs, 2001).

O DRP é um sistema que auxilia na redução do estoque e na distribuição. Para uma empresa que trabalhe com MRP II, é de extrema importância a utilização do DRP. O DRP tem a finalidade voltada para distribuição, o que gera integração entre demanda de clientes, distribuição, transporte, carregamento, estoques e produção.

A Figura 2 apresenta de forma sucinta a integração entre os sistemas MRP, MRPII e ERP.

A integração entre os sistemas MRP, MRP-II e ERP

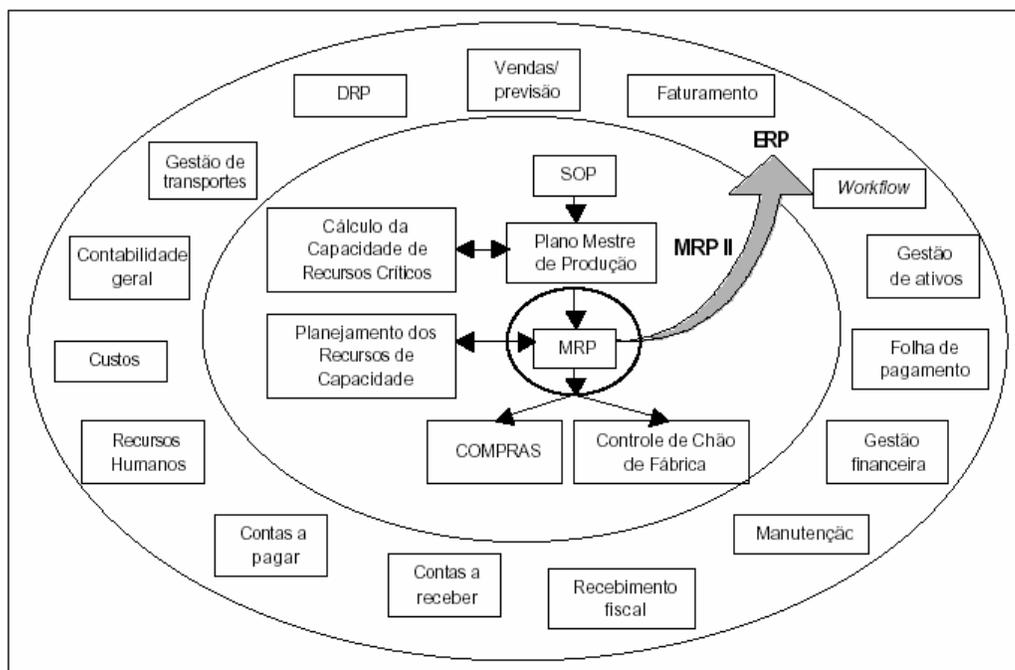


Figura 2: Intergração entre os sistemas MRP, MRPII e ERP (Corrêa,1999).

#### 2.2.2.2.

#### Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP)

Os Sistemas Integrados de Gestão Empresariais (*Enterprise Resource Planning - ERP*) são sistemas transacionais de TI que reúnem informações de todas as funções da empresa, proporcionando uma integração empresarial (Arozo, 2003). O ERP integra diversas atividades de uma empresa através de um *software*, organizando e disseminando a informação entre as diferentes áreas da companhia. Essa integração faz uso de uma base de dados comum a toda a empresa, consolidando assim toda a operação do negócio em um único ambiente computacional. Dessa forma, procura-se evitar redundâncias e inconsistências de dados, assegurando-se a integridade do fluxo de informações. O ERP é composto por vários módulos que conversam entre si trocando e armazenando informações. Cada módulo é responsável por uma atividade específica do sistema, como por exemplo: compras, planejamento da produção, vendas, distribuição, finanças, controladoria, manutenção, projetos, qualidade, recursos humanos, dentre outros.

A Figura 3 apresenta uma possível estrutura para o funcionamento de um sistema ERP, apresentando diversos módulos que suportam várias atividades das empresas ligadas a um banco de dados central, compartilhado.

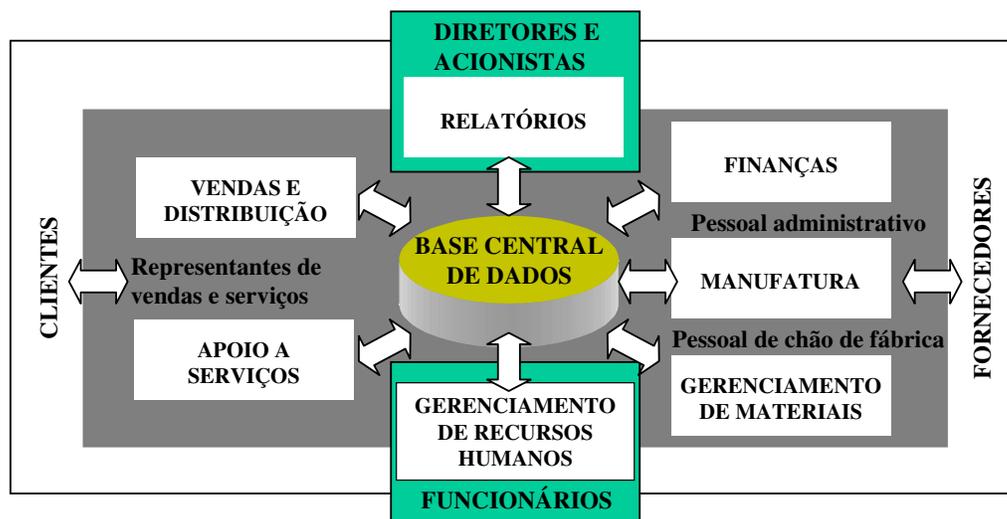


Figura 3: Estrutura típica de funcionamento de um sistema ERP (Davenport, 1998).

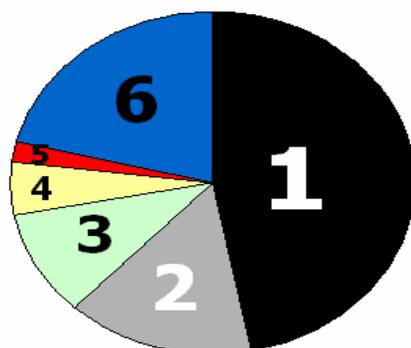
Mais do que um simples sistema de informações gerenciais, o ERP possibilita um controle total do processo produtivo da organização, integrando desde a colocação de pedidos por parte do cliente, a programação da produção,

aquisição de matéria-prima, produção, estocagem, envio do pedido, planejamento de vendas e organizações contábil e administrativa. Um grande benefício do ERP é a rastreabilidade de qualquer transação em qualquer processo devido a sua capacidade de registrar e armazenar informações. Pode-se consultar ou analisar qual foi a matéria-prima utilizada em determinado lote de fabricação, o operador que fabricou, quem planejou, quando carregou, custo da produção, quantidade de estoque, vida útil do produto e outras informações da cadeia. Com essa capacidade de controle e armazenamento de transações e informações, tornou-se uma ferramenta importante para as empresas que possuem certificação ISO9000. A implantação do ERP pode ser tornar muito complicada e onerosa para a empresa devido às possíveis customizações que muitas vezes são perfunctórias exigidas pelo usuário; além disto é necessário realizar um estudo detalhado dos processos da empresa, já que pode existir algum processo e ou rotina que por estar sendo realizado sem necessidade e sem agregar valor à empresa, conseqüentemente não deverá ser implantado. Da mesma forma, outros processos deverão ser melhorados devido a sua importância na cadeia. Para tal, a implantação do ERP demanda um excelente planejamento de todas etapas do projeto, que vão desde a compra do ERP até o treinamento dos usuários. O treinamento é outro fator de extrema importância, normalmente são implementações realizadas por consultores e um grupo pequeno de funcionários da empresa, sendo que no final do projeto, somente este grupo domina a parte transacional e funcionalidade do sistema, precisando assim de uma transferência dos conhecimentos do sistema ERP para os demais usuários. Muitas empresas não se importam com essa questão, e em pouco tempo, o sistema se torna um problema, com usuários não capacitados que passam a utilizar outras ferramentas paralelas como as famosas planilhas (sistemas legados). Desta forma, a implementação e o investimento são colocados em risco, pois passam a trabalhar com informações desatualizadas, sem integração entre os processos e departamentos, conseqüentemente sem visibilidade alguma. Para evitar este tipo de problema, deve ser criado um cronograma detalhado de implementação e posteriormente um treinamento de alto nível para os usuários do sistema ERP com total envolvimento da alta direção. Com essa iniciativa, a alta direção estará evitando que os especialistas em vender e implantar ERP, realizem a modelagem do sistema de forma indevida, o que tornaria o projeto mais dispendioso do que

seria necessário, com módulos desnecessários, e optando por uma forma otimizada que leva em conta a estratégia, a necessidade da empresa e o capital disponível para o projeto. A principal vantagem dos sistemas ERP em relação aos sistemas legados é o escopo nitidamente maior que oferecem para a tomada de melhores decisões na cadeia de suprimento (Chopra & Mendel, 2003). Mesmo assim, são sistemas transacionais com pouca capacidade analítica. Por um lado permitem a integração de toda a empresa, mas por outro são limitados com relação às coisas que devem ser feitas, onde, e quando, ou seja, tem pouca visibilidade. O valor total de um sistema ERP não pode ser alcançado sem a capacidade de resolução de problemas dos sistemas analíticos (Arozo, 2003), sistemas estes que serão abordados mais adiante nesta dissertação. O ERP atua no nível operacional controlando as transações do dia-a-dia, embora isto esteja começando a mudar com os fornecedores de ERP incluindo módulos analíticos em seus sistemas (Chopra & Mendel, 2003).

O comportamento de market share no Brasil das empresas fornecedoras de ERP em 2002 apresenta SAP com 47%, JDE com 15% e Oracle com 10%, seguidos de Bann com 5% e Datasul com 2%.

A Figura 4 apresenta um gráfico do market share das empresas de ERP no Brasil (revista HSM Management 39 julho-agosto 2003).



1- SAP 2- JDE 3- Oracle 4- Bann 5- Datasul 6- Outros

Figura 4: Market Share do mercado de ERP no Brasil em 2002 (Dextron Management Consulting, 2003).

### 2.2.3. Sistemas Analíticos

Os sistemas analíticos permitem que o gerente da cadeia de suprimento tome boas decisões em tempo real. Os sistemas ERP podem oferecer histórico e informações de demanda, níveis de estoque e *lead times* do fornecedor e então o aplicativo analítico (sistema analítico) determina qual deve ser o nível de estoque ideal para maximizar a lucratividade. Os sistemas analíticos contam com algoritmos sofisticados incluindo programação linear, programação mista e inteira, algoritmos genéticos, teoria das restrições, e muitos tipos de heurísticas. Esses algoritmos são quase sempre marca registrada da empresa de software e grande parte de P&D dedica-se a seu desenvolvimento. Devido ao nível de sofisticação, essa tecnologia é relativamente difícil de ser desenvolvida se a empresa não tiver muita experiência na área. Esse segmento da indústria de TI cresceu rapidamente nos últimos anos. Muitos segmentos do mercado de sistemas analíticos estão crescendo em 50% ao ano, com poucos indícios de desaquecimento (Chopra & Mendel, 2003). Maiores informações a respeito dos sistemas analíticos estão dispostas na seção seguinte, junto com o conceito de SCM.

## **2.3. Softwares / Aplicativos de SCM**

### **2.3.1. Software de SCM**

O software de SCM é um sistema analítico que gerencia o relacionamento entre a empresa, cliente e fornecedor, com a otimização de sistemas de tecnologia de informação. O software de SCM vai além do escopo operacional por ser um sistema analítico, tendo funcionalidade de planejamento e principalmente estratégia, respondendo a situações de emergência em tempo real. Por não apresentar um perfil de integração, fica dependente de sistemas legados e transacionais, que possuem capacidade de armazenagem de informação. Contudo, a SCM tem grande visibilidade diferentemente do ERP.

O software de SCM é um sistema analítico em tempo real que gerencia o fluxo de material e de informação através de toda a cadeia de suprimentos. Essas aplicações são analíticas no sentido de oferecerem ferramentas sofisticadas, tais como algoritmos avançados e análise de cenários, que auxiliam a tomada de

decisão por parte da empresa, permitindo assim a operação mais eficiente de toda cadeia (Kahl, 1999).

O software de SCM é a eficiência através de sistemas de informação que gera produção, entregas programadas e serviços com baixo custo e alta rentabilidade. É necessário valorizar parcerias e relacionamento com fornecedores, clientes, entregas e distribuição. É preciso também ter um canal para reclamações e assim obter uma boa visibilidade (Koch, 2004).

### **2.3.2. Sistemas Integrados de Informação para SCM**

A Figura 5 apresenta um esquema para os sistemas integrados de informação para SCM desenvolvido pelo autor desta dissertação.

## Sistemas Integrados de Informação para SCM

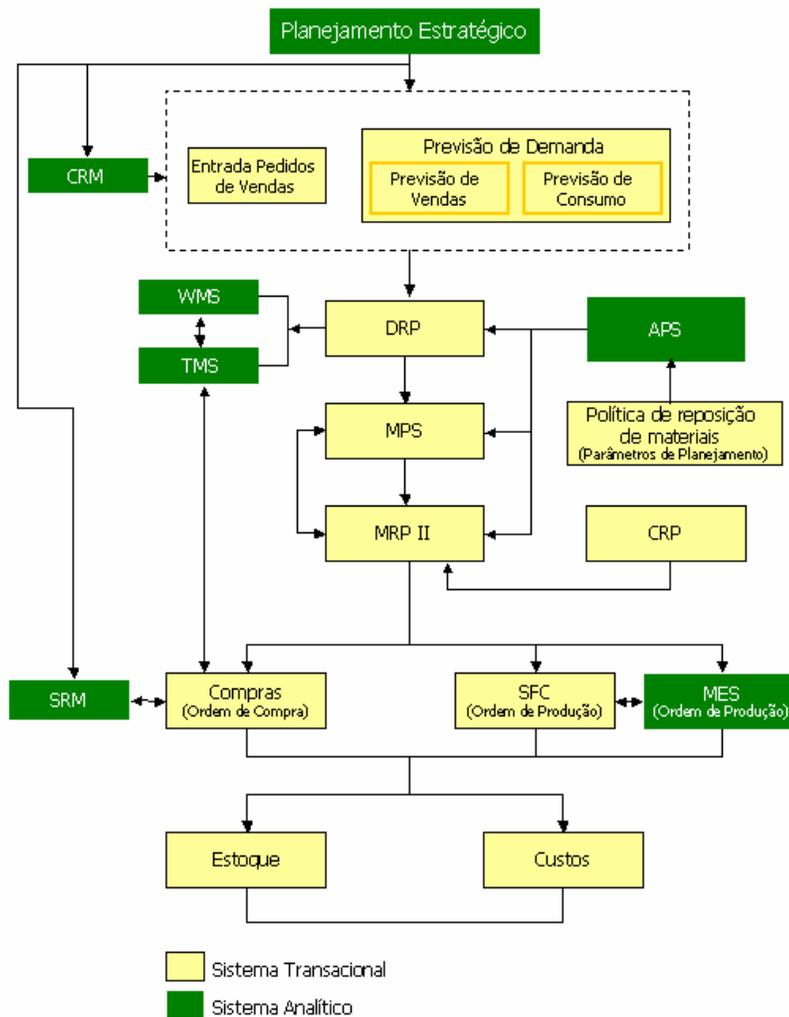


Figura 5: Sistemas Integrados de Informação para SCM.

O principal pilar de sustentação desse conjunto de sistemas integrados é o Planejamento Estratégico, que define, por exemplo, se a empresa irá fechar ou abrir plantas e centros de distribuição, além das estratégias de vendas, compras, produção e distribuição. Também podem ser definidos a racionalização e lançamentos de novos produtos, os investimentos com propaganda, e até mesmo

redução ou aumento dos estoques de acordo as estratégias planejadas, de forma que a empresa possa atingir os objetivos traçados para sua cadeia de suprimentos. Os sistemas de planejamento estratégico, quando existentes, geralmente são customizados e desenvolvidos *in house*. A Previsão de Demanda e a Entrada de Pedidos de Vendas estão ligadas diretamente com o planejamento estratégico, uma vez que a previsão de demanda tem uma ligação direta com o cliente, e que pode e deve negociar quantidade, momento da venda e contratos. Isso quando estamos tratando da Previsão de Vendas, uma vez que as previsões de demanda, são as previsões de vendas e consumo. A Previsão de Consumo é o material que será produzido e consumido pela própria empresa. A Entrada de Pedidos de Vendas influencia diretamente o estoque e o planejamento da cadeia de suprimento, uma vez que o estoque final é representado pela equação seguinte:  $\text{estoque final} = \text{produção} - \text{previsão de vendas} - \text{entrada de pedidos} + \text{estoque inicial}$ . A Previsão de Demanda e a Entrada de Pedidos de Vendas são em geral módulos do ERP. O CRM (*Customer Relationship Management*) é um sistema analítico para gerenciamento do relacionamento com o cliente e tem interferência na Entrada de Pedidos de Vendas/Previsão de Demanda, uma vez que proporciona acesso a dados do mercado e análises, gerenciando e sincronizando as interações com o cliente, com históricos de vendas e acesso a dados do mercado, a fim de atender as necessidades do cliente. A Previsão de Demanda e a Entrada de Pedidos de Vendas também estão diretamente ligadas com o DRP, MPS<sup>1</sup> e no MRPII. O DRP é um sistema transacional que planeja a movimentação de estoque, com a finalidade de reduzir custos de transportes e *lead time*, balanceando o estoque que será distribuído, principalmente quando o mesmo produto é transferido para mais de um armazém ou filial, evitando assim remanejamento de produtos para acertar o estoque. O DRP se relaciona com o MPS que elabora o plano de produção dos produtos que deverão ser movimentados, e por consequência o plano de produção, que é um dado de entrada para o MRPII. O MRPII engloba as decisões referentes ao que irá produzir, aos que serão utilizados e faz o planejamento operacional do estoque, levando em consideração as capacidades dadas pelo CRP (*capacity requirements planning*). A Política de Reposição de Material é um módulo do ERP, onde ficam

---

<sup>1</sup> Maiores explicações para MPS encontram-se no Apêndice VII – MPS.

registrados o estoque de segurança, tamanho de lote, lote econômico de compra/produção e estoque máximo e mínimo que irão alimentar o APS de informações. O APS (*advanced planning and scheduling*), que é um sistema analítico, tem interface direta com o DRP, MPS e MRPII, e faz o planejamento e programação avançada, que envolve planejamento de estoque e previsão de demanda, realizando assim o planejamento estratégico do estoque.

O WMS (*warehouse management system*) que é um sistema analítico, tem interação direta com o DRP, por ser um sistema para gerenciamento de armazém, uma vez que busca minimizar a movimentação de estoque, otimizando os tempos, reduzindo atrasos e perdas, gerenciando o inventário com o sistema e equipamentos de suporte (*software e hardware*), de maneira que traga acuracidade no estoque/inventário. O TMS (*Transportation Management Systems*) também é um sistema analítico, de forma que seja possível otimizar os fretes, também interage diretamente com o DRP e o módulo de Compras. Assim, haverá uma otimização de fretes com relação aos fornecedores, reduzindo o custo da compra.

O CRP comunica-se diretamente com o MRPII por se tratar de um módulo do ERP para cálculo de capacidade do plano de produção, utilizando informações dos centros produtivos, roteiros e tempos de produção, calculando as necessidades de capacidade para cada centro de trabalho, período a período e desta forma, interferindo em compras e produção. Desta forma o MRPII se comunica diretamente com o módulo de Compras, que irá negociar e providenciar os insumos necessários para garantir o planejamento de produção, através das ordens de compras. O MRP II, assim como Compras, é ligado ao SFC, ou controle de chão de fábrica, que é um módulo do ERP, com a tarefa de fazer o sequenciamento das ordens de produção por centro de produção (Corrêa, 2001). O MES (*manufacturing execution system*) é um sistema analítico de chão-de-fábrica orientado para a melhoria do desempenho do planejamento e controle da produção, aumentando e melhorando a dinâmica do MRPII, que não seria capaz de lidar com aspectos do andamento de uma ordem de produção, enquanto esta está em progresso e com restrições de capacidade de curtíssimo prazo (Corrêa, 2001). O MES é uma evolução do SFC.

O módulo de Compra, que é um sistema transacional, também tem uma interface fundamental com o sistema SRM, que é uma ferramenta de

relacionamento com o fornecedor, onde busca avaliar, medir e capacitar os fornecedores. Estoque e Custo são os resultados deste sistema integrado de informação para SCM. O Estoque está disponível no sistema ERP em toda cadeia de suprimento, para consulta e para tomada de decisão, fazendo interface com o módulo de Custo. Já Custo é um módulo do ERP que interage diretamente com o Estoque e os módulos de SFC e o MES, proporcionado à conversão de custo de manufatura da cadeia de suprimento.

Por mais que muitos entendam e afirmem que estoque e custo são causas do processo, de lucro e ou prejuízo, fica muito evidente que o estoque e o custo são consequência da cadeia de suprimento.

## **2.4. Modelo de Referência-Foco em Compras & Produção**

A Figura 6 apresenta uma Matriz de Sistemas de Informação para SCM obtida como resultado do estudo exploratório baseado na literatura acadêmica e em entrevista não estruturada, conforme descrito na metodologia científica desta dissertação na seção 1.3.

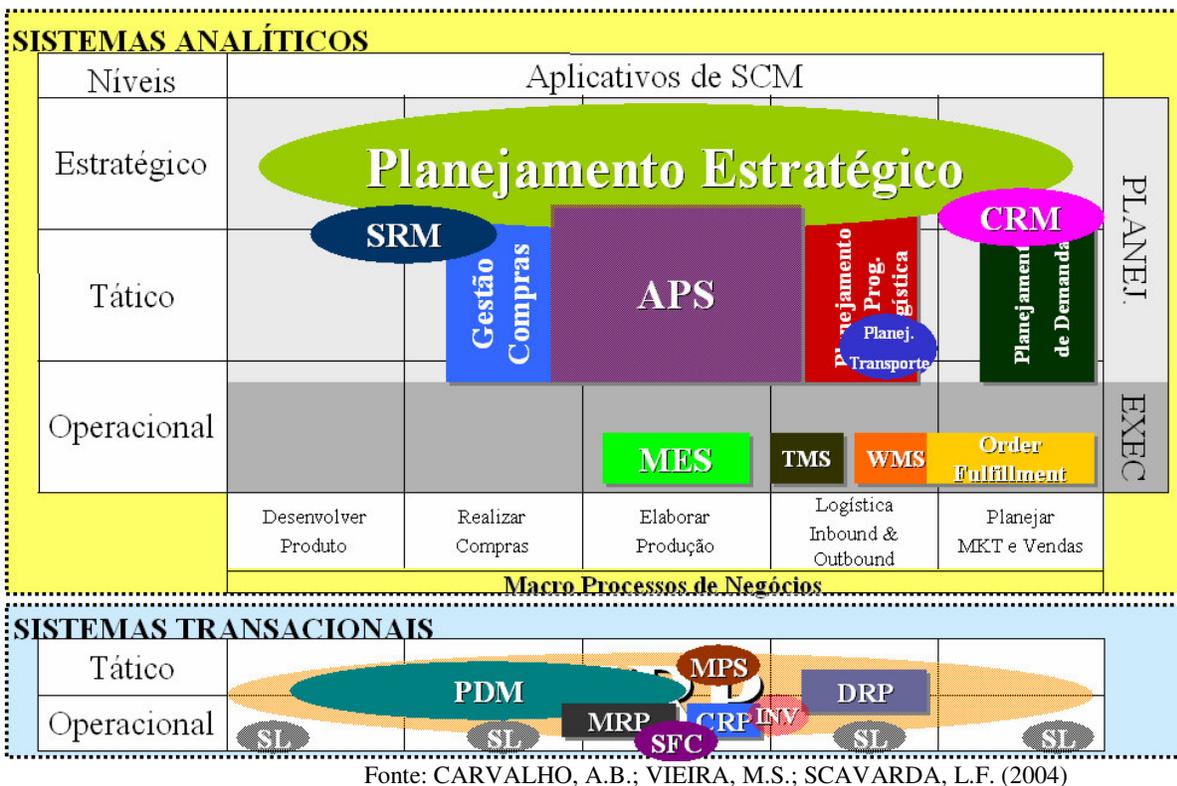


Figura 6: Matriz de Sistemas de Informação para SCM.

A matriz da Figura 6 também divide os SI em sistemas transacionais e analíticos, em níveis hierárquicos (estratégico, tático e operacional) em sistemas de SCM para planejamento e execução.

#### 2.4.1.

##### Processos de Fazer Compras, Produção & Logística

Nesta sub-seção terão descritos os processos de negócios que serão analisados no estudo de caso.

#### 2.4.1.1.

##### Processo de Fazer Produção

O processo de produção é o responsável pela manufatura dos bens que serão comercializados ao longo da cadeia de suprimentos necessários para atingir a demanda. A integração deste processo entre empresas pertencentes a uma mesma cadeia é muito relevante sob a perspectiva da SCM. Por exemplo, a sincronização e o compartilhamento de informações dos níveis de produção de um cliente e de seu fornecedor são premissas básicas para um funcionamento correto do JIT .

O método mais útil de modelar a produção é representado pelo sistema de *input-transformação-output*. Todas as etapas podem ser descritas usando-se este modelo. Os recursos de *input* podem ser classificados como recursos de transformação (instalações e funcionários) que agem em direção aos recursos transformados (materiais, informações e consumidores) que são, de algum modo, transformados pela produção, definidos por *output* da produção, que é um composto de bens (Slack, 1999). Diversas decisões são tomadas no processo de produção, como por exemplo: o que produzir, quando produzir e com que recursos produzir, levando em consideração os insumos disponíveis. É necessário definir que planta irá atender a que mercado ou produto. As atividades envolvidas neste processo incluem: produzir o que está planejado, gestão de recursos disponíveis e das instalações fabris, cumprir os prazos planejados, realizar a gestão de tempo de produção, assim como fazer a gestão de horas trabalhadas e horas extras (Supply Chain Council, 2002).

#### **2.4.1.2. Processo de Fazer Compras**

O processo de compras é o responsável pela aquisição de bens e serviços necessários para atender às necessidades de materiais da cadeia de suprimentos em função de custos pré-estabelecidos. A integração deste processo entre empresas pertencentes a uma mesma cadeia permite, por exemplo, que um pequeno fornecedor utilize a infra-estrutura de importação de um grande cliente para viabilizar a sua importação, ou então, essa integração permite que o fornecedor utilize o poder de barganha de seu cliente de forma a comprar seus produtos em condições especiais. Em ambos os exemplos existirão ganhos para o fornecedor que poderão ser repassados para a cadeia de suprimentos como um todo. Compras comandam uma posição importante na maioria das organizações,

já que as peças, os componentes e os suprimentos comprados representam tipicamente de 40% a 60% do valor das vendas de seus produtos finais (Ballou, 2001). O aumento da importância do processo de compras nas empresas é uma consequência da tendência do “*Outsourcing*”. Esta tendência refere-se à prática em que parte do conjunto de produtos e serviços utilizados por determinada empresa é executada por outra empresa externa, num relacionamento colaborativo e interdependente. A empresa fornecedora desenvolve e melhora continuamente a competência e a infra-estrutura para atender o cliente, que por sua vez deixa de possuir essas características de forma total ou parcial. O cliente, entretanto, continua mantendo estrita e colaborativa integração com o fornecedor. A visão contemporânea de “*outsourcing*” vai além das práticas rotuladas de terceirização. “*Outsourcing*” significa essencialmente a opção por uma relação de parceria e cumplicidade com um ou mais fornecedores da cadeia produtiva, decisão tipicamente estratégica, abrangente e de difícil reversão. Terceirização, por sua vez, tem um significado de apenas um negócio, uma decisão operacional mais restrita e relativamente mais fácil de ser revertida (Pires, 1998). No caso da indústria automotiva o “*outsourcing*” correspondia a cerca de 5% a 15% dos custos totais das montadoras de veículos em 1989 e já em 1996 esse percentual passou para 40% a 80% dos custos totais (May & Carter, 2001; Millyard, 1996).

Diversas decisões são tomadas no processo de compras, como por exemplo: selecionar fornecedores, determinar quando comprar, determinar prazos de venda, prever preços e serviços e especificar a forma na qual os produtos serão recebidos (Ballou, 2001).

As atividades envolvidas neste processo incluem: qualificar fornecedores; negociar contratos; comparar preços, qualidade e serviços; pesquisar produtos e serviços; medir a qualidade de entrada (Ballou, 2001); classificar e acompanhar o desempenho de fornecedores e compradores (Ballou, 2001; Corrêa, 2001); auxiliar as cotações; emitir e gerir pedidos de compra; fazer *follow-up* de compras (fornecendo listas de todos os materiais que devem chegar na mesma subsequente e seus fornecedores), manter cadastro de fornecedores (Corrêa, 2001); Definir políticas de fornecimento, realizar a seqüência da entrega, receber e conferir as compras e autorizar pagamentos dos fornecedores (Supply Chain Council, 2002).

### **2.4.1.3.**

#### **Processo de Fazer Logística**

O processo de fazer logística é o responsável pela transferência de produtos ao longo da cadeia de suprimentos desde o seu ponto de fabricação / manufatura até o seu ponto de consumo, vinculando uma empresa a seus clientes através de um canal de distribuição ou de marketing. Diversas decisões são tomadas neste processo, como por exemplo: definir o número das instalações logísticas envolvidas no processo e suas respectivas localizações – centros de distribuição, pontos de transbordos, cross-docking e de venda, etc; definir se o transporte entre estas instalações será próprio ou terceirizado (Meyr *et al.*, 1999); definir rotas – bolsões de entrega e percursos (Novaes, 2001); definir o modal a ser utilizado e seus respectivos tipos de meios de transporte, por exemplo, tipo de veículo; definir a extensão e largura do canal de distribuição. A logística *outbound* refere-se à logística de distribuição entre a fábrica (ou membro focal) e os seus clientes. Já a logística *inbound* refere-se à logística de suprimentos entre os fornecedores e a fábrica (ou membro focal).

#### **2.4.1.4 Aplicativos de SCM / Compras, Produção & Logística Outbound**

Os Sistemas de Produção, Compras e Logística Outbound são para apoio à tomada de decisões em tempo real, referentes às seguintes questões da cadeia de suprimentos: o que produzir e comprar, quanto produzir e comprar, quando produzir e comprar, e com que recursos produzir. Independente da lógica que utilize, os sistemas de produção e compras cumprem o seu papel de suporte ao atingimento dos objetivos estratégicos da organização e devem ser capazes de ajudar o tomador de decisões no planejamento das necessidades futuras de capacidade produtiva da organização, planejar materiais comprados, planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabada e produtos finais, nos pontos certos, programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias, ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção), ser capaz de prometer os menores prazos

possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los e ser capaz de reagir eficazmente (Corrêa, 2001).

Os processos de compras e produção, estão interligados, afinal dependem do mesmo planejamento e da mesma previsão de demanda. Assim, compra-se o que deve ser produzido, e se produz-se de acordo com os insumos que foram comprados. A seguir será apresentado uma breve descrição dos principais aplicativos existentes nestes processos.

- **Planejamento Estratégico:** O horizonte para o planejamento estratégico da cadeia de suprimento pode ser considerado como possível num período de dois anos em diante e suas decisões envolvem a escolha de clientes, a abertura ou fechamento de fábricas e centros de distribuição, bem como de suas capacidades necessárias. Os objetivos dos modelos de rede são, em sua maioria, do tipo financeiro e agregado, como, por exemplo, a maximização do lucro e a minimização dos custos, sendo sempre limitados por restrições de nível de serviço (Kahl, 1999; Meyr *et al.*, Arozo, 2003).
- **Gestão de Compras:** Os aplicativos de compras focam no relacionamento entre a empresa e seus fornecedores, bem como no processo que envolve esse relacionamento. Seus objetivos básicos são permitir um processo de compras eficiente e racionalizado e gerenciar especificações, preços e ordens de compras, além dos próprios fornecedores. Esses sistemas permitem comparações analíticas entre fornecedores e entre produtos para ajudar nas tomadas de decisão sobre o que comprar e de quem (Meyr *et al.*, 2000; Chopra & Meindl, 2003; Arozo, 2003). Esse aplicativo também é chamado por Kahl (1999) de Gestão de Componentes e Fornecedores, que, segundo a sua definição, administra dados relativos às peças dos componentes, aos fornecedores e ao processo de compras. Hoje este aplicativo pode utilizar a internet para aumentar o poder e a eficiência de compra das empresas. Neste caso as ferramentas integradas e suas interfaces personalizadas com os usuários fornecem aos funcionários um acesso conveniente à exata funcionalidade que eles precisam utilizando um sistema analítico de processo comercial integrado, que gerencia eficientemente o ciclo completo de compra, gerencia e otimiza todos os aspectos da cadeia de suprimentos. Este aplicativo permite a compra através de mercados eletrônicos, assim como licitações eletrônicas e

suprimento estratégico através da internet, com acesso a um número ilimitado de catálogos.

- **Gerenciamento do Relacionamento com Fornecedores (SRM):** O SRM (*Supplier Relationship Management*), é um sistema que fornece as ferramentas necessárias para melhor avaliar, capacitar e habilitar seus fornecedores. O resultado final é um ambiente de negócios eficiente, com menores custos e maiores lucros. O SRM permite analisar suas relações com fornecedores de maneira que possa escolher a melhores opções, reduzir os riscos e diminuir os tempos de ciclo de fornecimento. Tem visibilidade para melhores estratégias de fornecimento e pode achar novos fornecedores mais facilmente, qualificar, gerenciar e negociar todos os seus contratos de compras. É uma maneira simples e de baixo custo para que todos os seus fornecedores colaborem com sua empresa. O SRM conecta os seus parceiros de negócio e simplifica e melhora o seu processo de compras, seja na aquisição de bens e serviços diretos ou indiretos. O SRM reduz o custo total de compras da seguinte forma: com menor custo de materiais através de padrões de identificação de fornecedores até a efetiva compra, maior qualidade e menor risco de fornecimento através da melhor seleção de fornecedores, menores tempos de ciclo de fornecimento levando em consideração uma elaboração mais efetiva do fornecedor e com automação, delegação e controle de compras. O SRM ajuda a criar valor e diminuir o gasto total com compras corporativas, através de maior conformidade, melhor seleção de fornecedores, menores ciclos de fornecimento, estratégias de busca e identificação concentradas e menores custos de processo.
- **Planejamento Avançado e Programação (APS):** O APS (*advanced planning and scheduling*) tem sido uma das áreas de crescimento mais rápido nos aplicativos analíticos. Os sistemas APS criam programações do que deve ser fabricado, onde, quando, e como deve ser feito, levando em consideração, ao mesmo tempo, a disponibilidade de matéria-prima, a capacidade da fábrica e outros itens. O APS também pode abranger as funções de planejamento estratégico da cadeia de suprimento, planejamento de estoque e disponibilidade para atender o pedido do cliente (*available to promise – ATP*). Esses sistemas são totalmente analíticos e

utilizam algoritmos sofisticados tais como programação linear e algoritmos genéticos. Os sistemas APS requerem dados de nível transacional coletados por sistemas legados ou ERP (Chopra & Meindl, 2003). Estes sistemas agilizam e sincronizam todos os processos de negócios de planejamento, da geração de previsões de demanda ao planejamento avançado da cadeia de fornecedores. O conhecimento obtido através da maior visibilidade oferecida pelo APS ajuda as empresas a tomar decisões mais inteligentes e a otimizar o fluxo de materiais, caixa e informações em toda a cadeia de fornecedores estendida.

- **O Planejamento de Estoque:** É um sub-aplicativo do APS, que é responsável pela definição e planejamento das políticas de estoque para atender à demanda, e não pelo controle diário de inventário, função dos ERPs (Meyr *et al.*, 2000; Arozo, 2003). Este sub-aplicativo auxilia não apenas na decisão da política a ser adotada, mas também desempenha papel fundamental no cálculo dos parâmetros das políticas escolhidas. Para tanto, são utilizadas informações de custo de manutenção de estoque e de transporte, dos níveis de serviço necessários, bem como parâmetros operacionais, tais como tempos de fornecimento e fabricação e projeções de demanda. De posse de todas essas informações, os algoritmos são capazes de determinar políticas que obtenham o melhor balanceamento entre custo de estoque e custo de perda de venda por falta de produto (Kahl, 1999; Meyr *et al.*, 2000; Arozo, 2003). Entre os parâmetros calculados, o que confere maior diferenciação para este sub-aplicativo é o estoque de segurança. Enquanto nos sistemas transacionais o estoque de segurança é apenas um campo a ser preenchido pelo usuário, nos softwares de supply chain, o cálculo é realizado considerando-se os parâmetros operacionais já citados acima, o nível de serviço desejado e as incertezas associadas ao fluxo de materiais - precisão da previsão de vendas e confiabilidade de fornecimento (Kahl, 1999; Meyr *et al.*, 2000; Arozo, 2003). Este sub-aplicativo observa padrões de demanda, recebe dados sobre previsões, custos margens e níveis de serviço e então executa a política recomendada para estocagem. Ele é mais utilizado para conseguir um equilíbrio ótimo entre custos de estoque e custos de esgotamento de estoque (Chopra & Meindl, 2003).

- **Sistema de Execução e Controle da Fábrica (MES):** O MES (*manufacturing execution system*) é um aplicativo de chão-de-fábrica orientado para a melhoria de desempenho e aperfeiçoa planejamento e controle da produção. Um MES coleta e acumula informações do realizado no chão-de-fábrica e as realimenta para o sistema de planejamento. Essencialmente, o MES cumpre dois papéis. Um é o de controlar a produção considerado o que efetivamente foi produzido e como foi produzido e permitindo comparações com o que estava planejado, em caso de não coincidência, permitir ações corretivas. O outro papel é de liberar as ordens de produção definida pelo MRP. O MES tem a preocupação de garantir que o plano definido pelo MRP seja cumprido. Para isso, muitas vezes é necessário que na decisão de sequenciamento da produção (que se refere a qual seqüência será adotada na execução das diversas ordens de produção), dentro de um período, cuidado seja tomado para que uma programação inteligente seja feita (Corrêa, 2001). O MES é menos analítico que um sistema APS e é semelhante ao sistema ERP, mais focado na operação, exceto pelo fato de que se encontra apenas na produção na instalação fabril. O MES geralmente gera cronogramas em curto prazo e aloca recursos com suas capacidades analíticas (Chopra & Meindl, 2003). Dado um plano mestre de produção, esse deve gerar planos detalhados para cada centro produtivo. Essa é a função do módulo de scheduling, ou seja, gerar programações detalhadas de produção em intervalos de tempo relativamente pequenos. A programação da produção indica, para cada ordem dentro do intervalo de planejamento, seus tempos de início e término, bem como os recursos necessários para seu processamento. Dessa forma, a programação de produção determina um sequenciamento no qual todas as ordens serão processadas. A programação de produção realizada por esses sistemas é baseada em modelos de produção. Os modelos são estruturados em função das características do sistema produtivo em questão - matriz de set-ups, tempos de fabricação, regras de prioridade, tamanho de lotes e custos envolvidos -, bem como das informações acerca do que deve ser produzido - quantidade de cada produto e data-limite de entrega MES. Uma vez especificado o modelo de produção, os sistemas buscam a melhor

programação da produção por meio de algoritmos otimizadores, em função de algum objetivo (Meyr *et al.*, 2000; Arozo, 2003). O MES representa a transformação de dados do chão de fábrica em informação, ou seja, hoje em dia existem infinitos dados sendo gerados a cada momento em sua fábrica. O MES transformará esses dados em informações úteis, através de gráficos de controle, médias e cálculos específicos do seu processo. A obtenção dessa informação *on line* facilita e torna mais confiável o controle de qualidade por gráficos e as tomadas de decisões para alterar parâmetros de processo, devido a tendências que as curvas vão se formando além de melhorar o cálculo de utilização de matérias sabendo se cada material está sendo usado da maneira mais eficiente possível.

- **Planejamento de Transporte e Distribuição:** É um aplicativo que define a forma no qual a distribuição será realizada para atender os objetivos da empresa em todos os mercados no próximo período, gerando as bases para decisões mais detalhadas sobre a distribuição. Sua meta é minimizar os custos logísticos (custos de transporte, armazenamento, manuseio e estoques) ao longo de toda a rede logística (Shapiro, 1998).

Os Sistemas de Planejamento de Transporte e Distribuição fazem análises para determinar como, quando, onde e em que quantidade os materiais devem ser transportados. Fazem comparação entre diferentes transportadoras, rotas e fretes (Chopra & Meindl, 2003).

Este Sistema está associado a decisões táticas referentes ao planejamento da operação de transporte. Dessa forma, ele apoia, por meio da definição das regras e premissas, a geração dos roteiros que serão utilizados na programação de transportes. Esses roteiros são construídos observando-se regras de carregamento e oportunidades de consolidação de carga, entre outros aspectos. Otimiza os fretes, seleciona os modais, planeja as rotas e seleciona as transportadoras. Em paralelo a esse planejamento, pode-se realizar o dimensionamento da frota necessária, que indica não apenas a quantidade de veículos necessária, mas também o perfil dessa frota, em termos de diferentes tipos de veículos ou até mesmo modais, bem como sua distribuição nas rotas definidas (Kahl, 1999; Meyr *et al.*, 2000; Arozo, 2003).

- **Gerenciamento do Sistema de Transporte - *Transportation Management Systems* (TMS):** Estes são Sistemas responsáveis pela

tomada de decisões operacionais para a distribuição do produto final ao cliente pela rede logística, tais como quais CD serviram aos diversos mercados, qual canal de distribuição, quais rotas (algoritmos de roteamento de veículos) e qual veículo com respectiva carga será utilizado. As restrições a essa tarefa são impostas pela capacidade disponível da rede logística e as exigências tecnológicas nos roteiros da distribuição (Shapiro, 1998).

As principais atividades de um TMS podem ser divididas em três grupos: monitoramento e controle, execução e auditoria de frete. Automatizam operações de transporte como o despacho, as reconciliações de carregamento e as documentações de embarque. O monitoramento dos custos e serviços é feito por meio das informações provenientes da própria operação. Assim, podem ser medidos os indicadores mais apropriados para cada operação, tais como: performance dos transportadores, modais de transportes, utilização de frete *premium*, frete retorno, performance das entregas e avarias. As funcionalidades associadas à execução consistem em determinar as rotas e modais a serem utilizados, sequenciar as paradas dos veículos e o tempo estimado de cada uma delas, preparar os documentos necessários para o despacho dos veículos e verificar a disponibilidade dos mesmos. Com relação à auditoria de fretes, esses sistemas mantêm uma base de dados das tarifas de frete praticadas para remunerar o serviço prestado e para o processo de auditoria. Os sistemas são capazes de comparar o valor cobrado pelo prestador do serviço de transporte contra o que foi calculado e apontar eventuais diferenças (Kahl, 1999; Meyr et al., 2000; Arozo, 2003; Chopra & Meindl, 2003)

- **Gerenciamento do Sistema de Armazéns - *Warehouse Management System* (WMS):** O Sistema de Gestão de Armazéns administra atividades como o controle de inventário, a reposição e o manuseio de produtos dentro de armazéns. (Kahl, 1999).

Esses sistemas são responsáveis pelo gerenciamento da operação do dia-a-dia de um armazém. Apesar de possuírem alguns algoritmos, sua utilização está restrita a decisões totalmente operacionais (Kahl, 1999; Meyr et al., 2000; Arozo,

2003; Chopra & Meindl, 2003). De acordo com estes autores, estas decisões podem englobar as seguintes funções.

- Definição de rotas de coleta, com o objetivo de minimizar a distância média percorrida na separação dos pedidos.

- Definição do endereçamento dos produtos a partir de lógicas que utilizam critérios que, mais uma vez, buscam a minimização da distância média de movimentação, considerando o número de expedições de cada item, o seu volume em estoque e a complementaridade entre os itens, ou seja, guardar próximos os produtos que normalmente são expedidos juntos.

Assim como os sistemas de execução de transporte, os sistemas de gerenciamento de armazém (*warehouse management system* – WMS) executam comandos de planejamento de estoque e as operações corriqueiras de um depósito. Esses sistemas também acompanham os estoques em um depósito. (Chopra & Meindl, 2003).