

2. Fundamentação Teórica

O Capítulo 2 expõem os principais conceitos envolvidos com o tema da dissertação sob a forma de uma revisão bibliográfica, sendo abordado os aspectos necessários para compreensão dos sistemas de informação utilizados para a SCM e a elaboração de um modelo de referência para abrigar esses sistemas.

Este capítulo está organizado da seguinte forma: a seção 2.1 apresenta uma breve visão dos tipos de sistemas de informação para SCM; a seção 2.2 apresenta os sistemas de informação integrados para SCM; a seção 2.3 apresenta uma abordagem hierárquica e a relação dos macro-processos de negócio utilizados na matriz de sistema de informação integrados para SCM; a seção 2.4 apresenta uma abordagem dos principais modelos de referência para SCM (modelos estes baseados na matriz descrita na seção 2.3); a seção 2.5 apresenta uma proposta de modelo de referência com base nos modelos apresentados na seção 2.4.

2.1. Sistemas de informação

Os desenvolvimentos práticos em SCM são devidos principalmente aos avanços na infra-estrutura da tecnologia da informação. Esta infra-estrutura significa *hardware* e *software* em torno dos quais os sistemas de informação são construídos. Os sistemas de informação, foco desta seção, podem ser divididos em sistemas transacionais e sistemas analíticos.

Os sistemas transacionais são responsáveis pela obtenção, processamento, registro e transmissão da informação a ser comunicada acerca das operações da cadeia de suprimentos passadas e presentes; e para a compilação e disseminação de relatórios sintetizando esta informação (SHAPIRO, 1999; KAHL, 1999). Com estes sistemas é possível saber o que está acontecendo na cadeia de suprimentos, por exemplo, é possível saber quais produtos estão disponíveis no portfólio da companhia.

Um sistema transacional é caracterizado por regras formalizadas, comunicações interfuncionais, grande volume de transações e um foco operacional nas atividades cotidianas. A combinação de processos estruturados e grande volume de transações aumenta a ênfase na eficiência do sistema de informações.

Os sistemas analíticos contribuem para aperfeiçoar as decisões da cadeia de suprimentos, baseados nos modelos construídos a partir do banco de dados das informações da cadeia de suprimentos. A otimização e simulação podem ser exemplos desses sistemas. Enquanto a otimização usa algoritmos para encontrar soluções (ótimo para os exatos e sub-ótimo para os heurísticos) para problemas que envolvam tomadas de decisões, a simulação cria modelos de uma situação-problema e realiza experimentos com o modelo para entender o comportamento desta situação-problema. Com os sistemas analíticos é possível saber *o que fazer* a respeito do que está acontecendo na cadeia de suprimentos, por exemplo, é possível saber quais produtos deveriam estar no portfólio das companhias, dado um cenário específico.

2.2. Sistemas de informação integrados para SCM

A presente seção busca associar a evolução dos sistemas de informação integrados para a SCM com uma breve explicação dos principais sistemas.

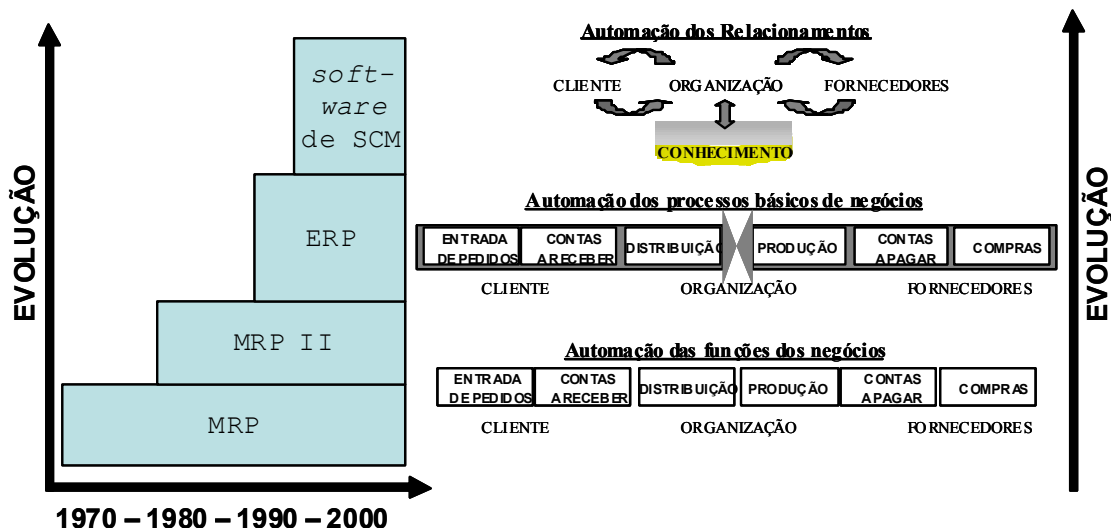
Antes da apresentação dos SI (Sistemas de Informação) nas funções específicas (por exemplo, fabricação), as técnicas de gestão eram manuais, pouco amigáveis e demandavam tempo. O avanço da tecnologia da informação, associado ao seu processo de redução de custos, permitiu a organização usar o SI para apoiar suas funções específicas, por exemplo, financeiro, recursos humanos, processos de pedido de compra. O Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) e Planejamento dos Recursos de Manufatura (MRPII), podem ser considerados exemplos para as funções de fabricação. O MRP foi introduzido nos anos 70 como um sistema de controle computadorizado de inventário para calcular a demanda para itens de componentes, fazer o acompanhamento de quando são necessários, gerar ordens de trabalho e comprar pedidos que levem em consideração o tempo adiantado exigido para fazer os itens *in-house* ou comprá-

los de um fornecedor. O MRP II é muito mais amplo em escopo do que o MRP, incorporando as funções de *marketing* e também financeiras (RUSSELL & TAYLOR, 1998).

O sistema ERP foi introduzido no início dos anos 90 para oferecer uma visão integrada das informações de todas as funções empresariais e é considerado por diversos autores na literatura, como Rusell e Taylor (1998) e Hieber e Alard (1999) como sendo uma evolução do MRPII. O sistema ERP integra diversas atividades de uma empresa através de um *software*, organizando e disseminando as informações transacionais de forma integrada, contínua e em tempo real entre as diferentes áreas da companhia. Essa integração faz o uso de uma base de dados comum a toda empresa. Dessa forma, procura-se evitar redundâncias e inconsistências de dados, assegurando-se a integridade do fluxo de informações. O ERP é um sistema transacional que tende a focar no nível operacional, não possuindo muita capacidade analítica para ajudar nas decisões de planejamento e estratégicas. Este sistema é ótimo para informar aos gerentes o que está acontecendo, mas não é muito indicado para dar diretrizes do que deverá acontecer e ser feito. Por exemplo, os sistemas ERP pode informar qual o nível de estoque atual de um produto em determinado depósito, mas é limitado na determinação de quanto estoque é necessário para se atingir um determinado nível de serviço.

O ERP possui diversos módulos sendo que cada um cobre funções diferentes dentro da empresa. Esses módulos são conectados entre si para que os usuários de cada função possam enxergar o que acontece em outras áreas da empresa (Davenport, 1990).

O *software* para SCM foi introduzido no mercado na segunda metade dos anos 90. Este SI, alavanca o conhecimento para intensificar e integrar a cadeia de suprimento, o qual Kahl (1999) denomina de relacionamentos automatizados. A Figura 1 apresenta a evolução dos sistemas de informação apartir do MRP até o *software* de SCM.



Fonte: adaptada do KAHL (1999) e HIEBER e ALARD (1999)

Figura 1: Evolução do IS: a partir do MRP para o Software SCM

Em contraste com o ERP, o *software* para SCM não é um sistema de processamento transacional no sentido de registrar os dados e processar as tarefas regulares dos negócios. Em vez disso, através de sistemas analíticos que incluem algoritmos sofisticados e análise de cenários, ele habilita os gerentes para as operações *streamline* (operações que vão tornar um sistema ou organizações mais eficientes, mais fortes, empregando-se métodos de trabalho mais rápidos ou simples e para melhor entender o impacto de suas decisões estratégicas (KAHL, 1999). Estes sistemas analíticos incluem funcionalidades para modelar e estimular a cadeia de suprimentos e para programação de planejamento e a otimização, quantidades e capacidades, através da cadeia de suprimentos sob certas restrições e objetivos (Guenther & Laakmann, 2002). O *software* para SCM ajuda o planejador da produção a decidir se deve aceitar o pedido urgente; ele capacita o planejador de transportes a determinar o melhor modo de transporte; ajuda o gerente de produtos a calcular a demanda com mais exatidão; e permite ao gerente de compras provisionar os componentes estrategicamente Kahl (1999).

Software para SCM compreende um grupo fracionado de diferentes aplicativos para cada um desses processos. Os processos da cadeia de suprimentos mais importantes compõem dúzias de tarefas específicas, muitas das quais têm seus próprios *softwares* específicos (Shapiro, 1999; Kahl, 1999; Koch, 2002). Por

exemplo, Goletz (2001) identificou em uma pesquisa de mercado 720 produtos que tinham funcionalidades da SCM. Muitos vendedores de *software* têm tentado reunir muitos destes diferentes produtos em um segmento de planejamento abrangente da cadeia de suprimentos, mas nenhum deles possui um pacote completo (Shapiro, 1999; Kahl, 1999; Koch, 2002).

O *software* de SCM pode ser agrupado em: 1) *software* para planejamento da cadeia de suprimentos (os *Supply Chain Planning* - SCP) que ajuda a planejar a cadeia de suprimentos; e 2) *software* para execução do que foi planejado (os *Supply Chain Execution* - SCE) que ajuda a executar eficiente e competentemente os planos da cadeia de suprimentos.

Para KOCH (2002), O *software* SCP usa o conceito de algoritmos para ajudar a melhorar o fluxo e a eficiência da cadeia de suprimentos e reduzir o inventário e o *software* SCE é planejado para automatizar os diferentes passos da cadeia de suprimentos para executar o SCP.

2.3.

Estruturas para modelos de referência de Sistemas de informação integrados para SCM

A literatura oferece modelos de referência que organizam diferentes SI necessários para o sucesso de uma cadeia de suprimentos sob uma perspectiva da SCM. Estes SI são geralmente organizados em uma matriz que os classifica em duas dimensões: níveis de decisões hierárquicos (eixo vertical da matriz) e processos de negócios da cadeia de suprimentos (eixo horizontal da matriz). Esta matriz será chamada de agora em diante de matriz de sistemas de informação integrados para SCM e suas duas dimensões são apresentadas em sub-seções 2.3.1 e 2.3.2, respectivamente.

2.3.1

Abordagem Hierárquica (eixo vertical)

A SCM abarca as decisões associadas às diferentes atividades da cadeia de suprimentos, processos e companhias, por exemplo, decisões envolvendo: *design* do produto; projeto de comercialização; seleção de fornecedores; definição de canais de *marketing*; provisionamento; transporte para dentro e para fora; nível de inventário de matéria-prima, de produtos de processos, e de mercadorias

acabadas; capacidade de produção; vendas; finanças; entre outros. Estas decisões são apoiadas por muitos SI e cobrem os níveis: estratégico, tático e operacional. Como resultado, estes níveis de decisões são grandemente adaptados como sendo o eixo vertical das matrizes de SCM.

O nível de decisão estratégico tem um horizonte de planejamento de longo-prazo e incorpora decisões fundamentais de investimentos que deveriam ser alinhadas aos objetivos da organização. Estas decisões visam a maximização dos lucros e retorno dos investimentos, usando-se informação agregada (Shapiro, 1999). Por meio deste nível de decisão pode-se simular diferentes cenários de planejamento do tipo “*what if*”, para comparar possíveis locações para as instalações de produção e de armazéns ou para avaliar alternativas para os canais de distribuição. Além disso, as conseqüências de mudanças numa dada cadeia de suprimentos podem ser avaliadas, por exemplo, com a perda de um cliente estratégico (Guenther & Laakmann, 2002). O resultado deste conjunto de decisões é um *design* otimizado da cadeia de suprimentos sob a perspectiva SCM. Este resultado serve como um *input* para os níveis de decisões táticas e operacionais.

O nível de decisão tático tem um horizonte de planejamento de médio prazo. Dentro do escopo delimitado pelas decisões estratégicas, as decisões táticas enfatizam a alocação de recursos (tais como materiais e capacidades) dentro da cadeia de suprimentos para atender a demanda esperada e estimada de forma a se obter baixo custo com as melhores vantagens. É necessário que haja intensa troca de informações em um nível interorganizacional, para se obter informações seguras e suficientes (Guenther & Laakmann, 2002). As decisões táticas usam menos informação agregada do que aquelas usadas para decisões estratégicas.

O nível de decisão operacional tem um horizonte de planejamento de curto prazo e uma funcionalidade de execução. Uma vez definidas as decisões táticas, as decisões operacionais especificam os planos de curta duração e todas as atividades para executar e controlar estes planos. Essas decisões operacionais usam informação desagregada. A comunicação em tempo real entre os parceiros da cadeia de suprimentos neste nível é muito importante para possibilitar funcionalidades operacionais, por exemplo, para traçar e acompanhar rotas (*track-and-trace*).

2.3.2. Processos de Negócios da Cadeia de Suprimentos (eixo horizontal)

As companhias têm repensado suas organizações internas, não mais concentrando suas atenções no modelo funcional tradicional. Agora, elas estão se voltando para a coordenação interfuncional, visando à integração eficaz de seus processos de negócio. Esta visão de processos oferece uma forma sistemática de ver a companhia, ou melhor, os seus negócios. Um processo é definido como um conjunto estruturado e mensurado de atividades projetadas para produzir um resultado específico para um cliente em particular (Davenport, 1990). É uma forma específica de ordenar as atividades laborais, através do tempo e localidade, com um começo, um fim e tendo os *inputs* e *outputs* claramente identificados.

Uma SCM bem sucedida exige uma mudança das funções e atividades individuais de gerenciamento nos processos-chave da cadeia de suprimentos (Lambert & Cooper, 2000). Esta mudança deve acontecer primeiro dentro de uma organização. Uma vez organizados os processos comerciais e internamente integrados, a companhia pode estender sua integração para outros membros da cadeia de suprimentos. Tradicionalmente, ambas as porções do *downstream* (*jusante*) e *upstream* (montante) da cadeia de suprimentos têm interagido como entidades desconectadas, recebendo fluxos esporádicos de informações através do tempo. A competitividade da companhia pode aumentar se suas atividades internas e seus processos comerciais estiverem integrados aos processos realizados por outras companhias que pertençam à mesma cadeia de suprimentos (Lambert & Cooper, 2000). Este é um dogma básico em SCM. Com ele, para se repensar a organização de uma companhia, torna-se também uma questão de se considerar os processos comerciais de outras companhias, processos interorganizacionais maleáveis com os clientes, fornecedores, e provisionadores de serviços, por meio da cadeia de suprimentos (Handfield & Nichols, 1999).

A integração dos processos de negócio da cadeia de suprimentos é apoiada por muitos SI. Como resultado, os processos da mesma são amplamente adotados como uma dimensão horizontal das matrizes de SI para SCM. Apesar disso, não há consenso no número e nos tipos de processos que deveriam ser incluídos no modelo de referência para o SI, sob a perspectiva do SCM. Tanto o número quanto o tipo dos processos varia de modelo de referência para modelo de

referência, principalmente de acordo com o escopo que é dado ao SCM. Taylor (2004), por exemplo, adota três processos em sua matriz: Suprimento; Produção, e Demanda. Laakmann *et al.* (2003), enfatiza suprimentos, produção e distribuição. Meyr *et al.* (2002) também adota estes processos em seu eixo horizontal de sua matriz de SI para SCM, mas acrescenta mais um: o processo de vendas. Para estes últimos autores mencionados, Produção e Distribuição são dirigidas pelas previsões de demanda, determinada pelo processo de Vendas. Isto justifica a inclusão deste quarto processo em sua dimensão horizontal. Shapiro (1999), também considera quatro processos em sua matriz SCM: Suprimentos, Operação, Logística, e Demanda. Kahl (1999) e Hieber (2002) têm uma visão mais ampla de SCM. Como resultado, estes autores incorporam processos adicionais em sua dimensão horizontal: gestão financeira; gestão de recursos humanos; e gestão do ciclo de vida do produto.

A despeito do amplo uso dos processos da cadeia de suprimentos no eixo horizontal, há exceções. Chopra e Meindl (2003), por exemplo, adotam no eixo horizontal de sua matriz os seguintes estágios da cadeia de suprimentos, nas quais a informação é mantida: fornecedor, fabricante, distribuidor, varejista, e cliente.

2.4. Modelos de Referência - SCM

Vários modelos de referência foram desenvolvidos para abrigar os principais sistemas de informação necessários para o sucesso de uma cadeia de suprimentos sob a perspectiva da SCM. A presente seção apresenta alguns desses modelos. É importante ressaltar aqui que às vezes os nomes para os mesmos SI podem variar de autor para autor, fato que também acontece no mercado de *software*, de vendedor para vendedor. Outro ponto que também deve ser ressaltado é que alguns desses SI podem incorporar diversos outros sistemas fragmentados. Como resultado, é muito difícil identificar uma solução cabível para a SCM de uma companhia em particular.

2.4.1. Shapiro

A Figura 2 apresenta o modelo de referência desenvolvido em Shapiro (1999) para os sistemas integrados de informação para SCM. Pode-se perceber que este modelo está estruturado de forma a abrigar quatro processos de negócios: suprimentos, operação, logística e demanda.

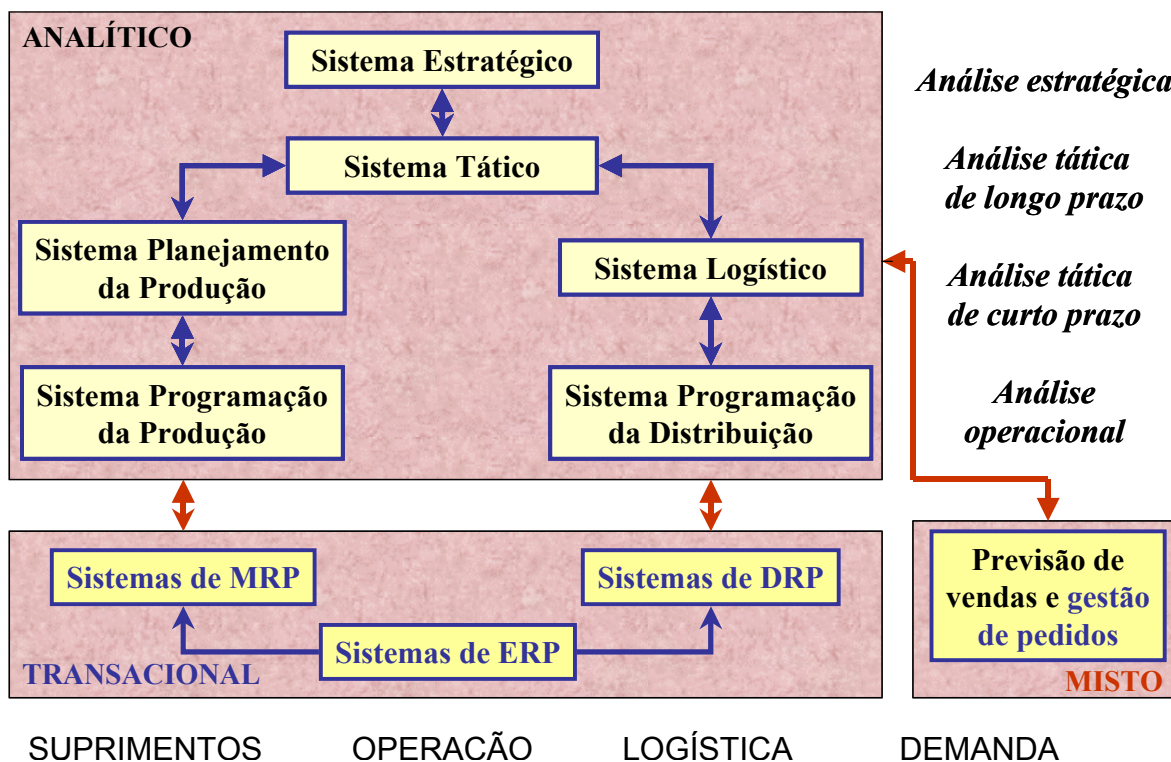


Figura 2: Modelo de referência desenvolvido em Shapiro (1999) para os sistemas integrados de informação para SCM

A hierarquia apresentada no modelo é hipotética. Para Shapiro (1999) nenhuma empresa implementou ou integrou todos os dez tipos de sistemas simultaneamente, mas várias empresas já implementaram alguns destes. O modelo apresenta três blocos de sistemas: analítico, transacional, e misto. A ligação entre os blocos (troca de dados e de informação) é vital para o sucesso da implementação desta abordagem hierárquica em uma cadeia de suprimentos. Os sistemas contidos no bloco analítico formarão uma base de dados para tomada de decisão na SCM tendo os outros blocos como *input*. A seguir são apresentados os principais aplicativos deste modelo de referência com base em Shapiro (1999).

- **Sistema Estratégico:** Usado para analisar a aquisição de recursos e outras decisões estratégicas como construção de outras plantas, utilização de mais ou menos CDs, desenhar toda a SCM de forma otimizada. Sua meta é maximizar a receita líquida ou o retorno sobre o investimento. Existem pacotes de sistemas prontos, porém muitas empresas desenvolvem o seu próprio pacote – “*what if*”.
- **Sistema Tático:** Determina um plano integrado de suprimento/fabricação/distribuição/estocagem para a SCM nos próximos doze meses. Sua meta é minimizar o custo total da SCM para atender uma demanda fixa ou maximizar a receita líquida se o mix de produtos puder variar.
- **Sistema de Planejamento da Produção:** Assegura de forma macro que as gestões da manufatura, da demanda e das capacidades sejam consistentes com a estratégia, estabelecendo através da otimização, níveis gerais de produção, estoques e capacidade para o médio prazo. Define também de maneira agregada, a forma com que a produção será elaborada para atender os objetivos da empresa e a sua demanda. O planejamento da produção gera as bases para decisões mais detalhadas (operacionais) sobre a produção.
- **Sistema de Programação da Produção:** Estes são sistemas localizados em cada planta da empresa que toma decisões operacionais para os produtos fabricados, tais como a definição do centro produtivo e da seqüência das operações a serem realizadas. Define os prazos de entrega para os itens fabricados ou comprados. As restrições a essa tarefa são impostas pela capacidade disponível do centro produtivo e as exigências tecnológicas colocadas nos roteiros de produção.
- **Sistemas de Planejamento Logístico:** Determina um plano mestre que define de maneira agregada, de que forma a distribuição será satisfeita de forma a atender os objetivos da empresa e da produção em todos os mercados no próximo período. O planejamento logístico gera 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.

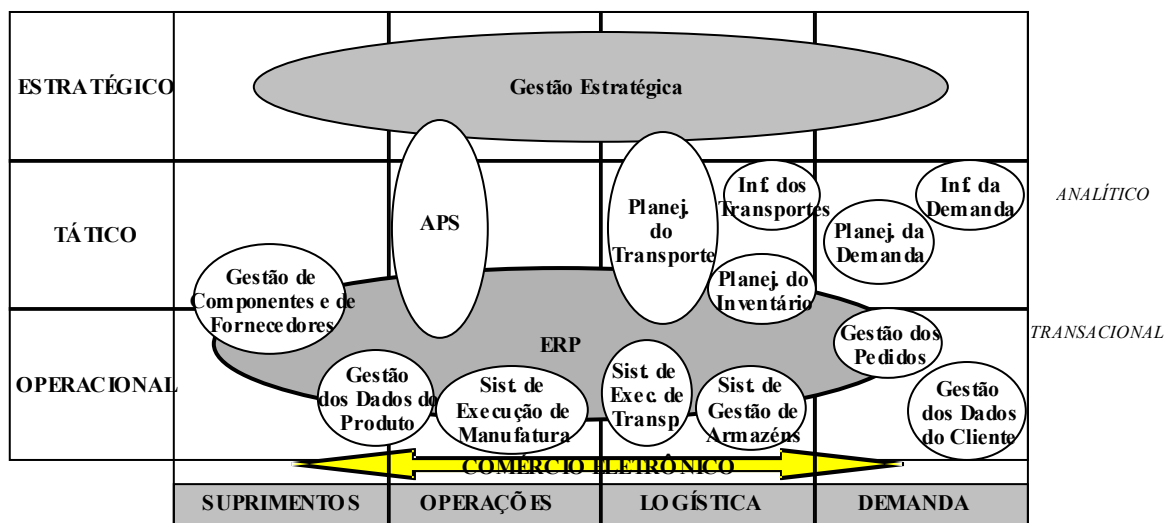
- **Sistema de Programação da Distribuição:** Estes são sistemas de modelagem responsáveis pela tomada de decisões operacionais para a distribuição do produto final ao cliente pela rede logística, tais como quais centros de distribuição (CD) serviram aos diversos mercados; qual canal de distribuição; 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.
- **MRP (*Material Requirement Planning*):** é apresentado de maneira bem simplificada, pode-se dizer que o MRP reúne os dados do programa mestre da produção de produtos acabados que atendam a demanda independente de cada período (ordens originadas externamente, além das previsões de venda) para a partir da lista de materiais determinar as necessidades brutas. Em seguida, a partir do desconto do inventário (matéria-prima e produto acabado comprado) são determinadas as necessidades líquidas, que irão se tornar requisições de compra ou ordens de produção de itens de demanda dependente. Os produtos são analisados pelo MRP no nível de SKU (*stock keeping unit*).
- **DRP (*Distribution Requirement Planning*):** gera a base para amarrar o sistema de distribuição física (armazéns, centros de distribuição e centro de suprimento, sendo normalmente a fábrica) com o PCP (Planejamento e Controle da Produção). Analisando o MRP com o DRP observa-se o início da previsão de produtos acabados a serem transportados, o balanceamento de estoque destes produtos em toda a rede de distribuição e o gerenciamento de estoque, tais como requisitos de estoque de segurança, quantidades e períodos de reposição. Os produtos são analisados pelo DRP no nível de SKU (neste caso, produto acabado).

O sistema misto contempla a previsão da demanda que é um sistema de informação analítico e gestão de pedidos que é um sistema de informação

transacional. Estes módulos geram um sistema híbrido que combina dados reais com dados históricos para produzir produtos acabados que atendem aos planos estratégicos, táticos e operacionais. É um grande desafio gerenciar a transição da previsão (alto nível de incerteza) para atendimento de pedidos (pequeno nível de incerteza) para planejamentos operacionais e táticos de curto prazo. Para planejamentos de prazos maiores é fundamental ter *inputs* externos como o comportamento da indústria e fatores macro-econômicos dos mercados em que atua.

2.4.2. Kahl

A Figura 3 apresenta o modelo de referência desenvolvido em Kahl (1999) para os sistemas integrados de informação para SCM. Pode-se perceber que este modelo está estruturado de forma a abrigar quatro processos de negócios: suprimentos, operação, logística e demanda.



A Figura 3: Modelo de referência desenvolvido em Kahl (1999) para os sistemas integrados de informação para SCM

A seguir são apresentados os principais aplicativos deste modelo de referência com base em Kahl (1999):

- **Gestão Estratégica:** Ajuda a modelar a cadeia de suprimentos de forma a determinar localizações e a elaborar decisões de mercado.
- **APS (*Advanced Planning and Scheduling*):** É composto de técnicas de planejamento e programação da produção para elaborar um plano otimizado nas fábricas. O APS pesa as restrições e as regras de negócios para otimizar a viabilidade de material e a capacidade da fábrica.
- **Gestão de componentes e fornecedores:** Categoriza informações referentes aos componentes e fornecedores de forma a agilizar e melhorar o processo de compras.
- **Sistema de execução de manufatura:** Administra as atividades do chão de fábrica dentro de um plano de manufatura.
- **Planejamento do inventário:** Planeja o estoque requerido em cada ponto de distribuição de forma a atender a demanda.
- **Planejamento do transporte:** Otimiza os fretes, seleciona os modais, planeja as rotas e seleciona as transportadoras.
- **Planejamento da demanda:** Prevê a demanda e mensura a sua confiabilidade através de algoritmos.
- **Informações da demanda:** Reúnem informações adicionais como *point of sale* ou informações de competidores para facilitar a previsão de demanda.

- **Informações de transporte:** Reúnem informações adicionais para facilitar os sistemas de planejamento e execução de transporte.
- **Sistema de gestão de armazéns:** Administra atividades como o controle de inventário, a reposição e o manuseio de produtos dentro de armazéns.
- **Sistema de execução de transporte:** Automatiza as operações de transporte como o despacho, as reconciliações de carregamento e as documentações de embarque.
- **Gestão dos pedidos:** Automatiza o processo de atendimento dos pedidos dos clientes.
- **Gestão dos dados do produto:** Categoriza os dados dos produtos e administra a troca de dados desde o projeto até a manufatura.
- **Gestão dos dados do cliente:** Administra o histórico do cliente, incluindo a automação das forças de vendas e suporte ao cliente.

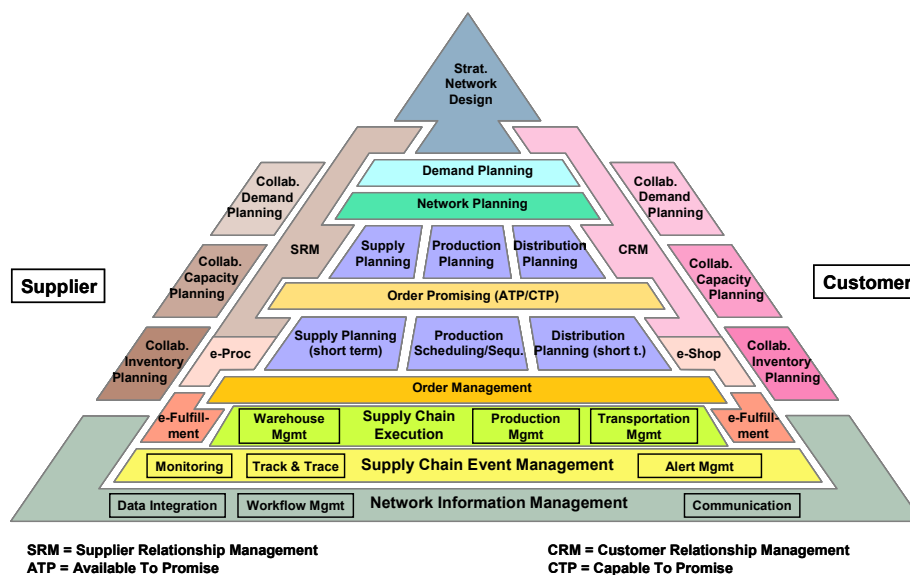
A Figura 4 apresenta o modelo de referência proposto em Kahl (1999) para a “próxima” geração dos sistemas integrados de informação para SCM. Pode-se perceber que este modelo está estruturado de forma a abrigar oito processos de negócios: gestão de recursos humanos, gestão financeira, gestão do ciclo de vida do produto, suprimentos / compras, manufatura / operação, distribuição, serviço ao cliente e vendas; três além dos processos tradicionais. Este modelo incorpora novos sistemas de informação para cadeia de suprimentos como os de análise financeira, execução financeira e gerenciamento do ativo fixo, sistemas estes que ainda não estão disponíveis com uma visão de cadeia de suprimentos.



Figura 4: Modelo de referência desenvolvido em Kahl (1999) para a “próxima” geração dos sistemas integrados de informação para SCM

2.4.3. SCM: Competence & Transfer Center

A Figura 5 apresenta o modelo de referência desenvolvido pelo SCM: *Competence & Transfer Center* para os sistemas de informação integrados para SCM. Pode-se perceber que este modelo está estruturado de forma a abrigar três processos de negócios: suprimentos, produção e distribuição.



Laakmann et al. (2003)

Figura 5: Modelo de referência desenvolvido pelo SCM: *Competence & Transfer Center* para os sistemas de informação integrados para SCM

A seguir são apresentados os principais aplicativos deste modelo de referência com base em LAAKMANN *et al.* (2003).

- **Planejamento Estratégico de Rede:** responsável pelo *design* de uma rede completa de logística. Com o auxílio de simulação do tipo “*what if*”, cenários podem ser criados, analisados e avaliados. A ênfase do projeto estratégico de rede está na análise e avaliação de decisões de investimento no longo prazo, tal como a construção de uma nova planta de montagem e o uso de novas capacidades de produção ou centros e canais de distribuição. O horizonte de Planejamento se estende por vários anos.
- **Planejamento de Demanda:** Consiste no cálculo de estimativa da futura demanda com o auxílio de métodos estatísticos. Todos os fatores causais tais como influências sazonais, eventos, promoções, etc., têm que ser levados em consideração. Além do mais, as estimativas futuras têm que ser estabelecidas em diferentes níveis de agregação de produtos, por exemplo, em nível de grupo de produtos para diferentes regiões, canais de distribuição, clientes ou segmentos de mercados.
- **Planejamento de Rede:** consiste na coordenação ampla dos parceiros individuais da rede de logística. Neste caso, são determinadas estratégias diferentes de suprimento e distribuição e é estabelecido um programa mestre de produção para a rede, de acordo com os objetivos pré-definidos de uma companhia e a demanda de mercado calculada. Levando-se em consideração todas as restrições e capacidades internas e externas num nível aproximado, os planos de suprimento, produção e distribuição são estabelecidos para todas as localidades. O horizonte de planejamento é de cerca de vários meses a alguns anos. A simulação de diferentes cenários de suprimentos e produção, também é de grande importância no Planejamento da rede.
- **Planejamento de Suprimentos:** Consiste no planejamento otimizado de suprimento de peças ou estoques de um armazém *multi-stage*, baseado nos

resultados do planejamento da rede, da demanda e da produção. No planejamento de suprimentos, todos os níveis min/max e estoques de segurança são calculados, levando-se em consideração todas as restrições internas e externas. O horizonte de planejamento aqui é de cerca de dias a semanas.

- **Planejamento de Suprimentos (curto prazo):** consiste na criação de planos detalhados de suprimento e reabastecimento, levando-se em consideração todas as capacidades internas (tais como, capacidades do departamento de recebimento de mercadorias, capacidades do estoque, etc.) e restrições externas (como: tempo de reabastecimento, flutuações no reabastecimento, períodos de duração de transporte, etc.). Os resultados desta tarefa de planejamento são programas otimizados e detalhados de reabastecimento para curto prazo. O horizonte de planejamento neste caso vai de horas a dias.
- **Planejamento da Produção:** consiste na criação de planos factíveis e otimizados de produção, num nível aproximado para cada planta de produção/montagem, numa cadeia de suprimentos. Todas as capacidades internas de produção têm que ser levadas em consideração no planejamento da Produção. O horizonte de planejamento é de semanas ou até meses.
- **Programação e Seqüenciamento da Produção:** consiste na criação de programas detalhados de produção, baseados nos planos aproximados para tal. Neste caso, todas as capacidades e restrições de uma unidade de produção/máquinas são levadas em conta. O horizonte de planejamento aqui é de cerca de dias, até semanas. Uma importante parte da Programação da Produção é o seqüenciamento das ordens de produção para cada turno ou dia de produção. As ordens de produção são concluídas de acordo com a data prometida de entrega.

- **Planejamento da Distribuição:** Consiste no planejamento e otimização da distribuição das mercadorias acabadas do lado das vendas. Neste caso, os níveis mínimos e máximos do estoque de segurança são calculados levando-se em consideração todas as capacidades e restrições da distribuição. Com o auxílio de uma simulação, os diferentes componentes dos cenários de distribuição são analisados e avaliados. O horizonte de planejamento é de dias e até meses.
- **Planejamento e Distribuição (a curto prazo):** consiste no planejamento otimizado dos transportes, viagens, por parte de vendas. De acordo com os planos aproximados de vendas (criados no planejamento da distribuição), o método adequado de transporte é determinado, e as cargas são otimizadas. Aqui, são criadas ordens de despacho precisas. O horizonte é de cerca de horas ou até de dias.
- **Compromisso com o Pedido ou Disponibilidade/Capacidade de Comprometimento (ATP/CTP):** serve para responder às consultas dos clientes ou para confirmar os pedidos dos mesmos. Por meio do processo de seqenciamento da produção, peças ou mercadorias acabadas podem ser reservadas ou alocadas para os clientes em diferentes estágios de produção ou da distribuição.
- **Planejamento da Capacidade Colaborativa:** consiste no planejamento inter-empresarial de capacidades, baseado na demanda de mercado ou na demanda dependente. Além das capacidades internas, todas as capacidades externas dos fornecedores e clientes são levadas em consideração, enquanto estiverem planejando a fim de evitar pontos de estrangulamento ou escassez, antes que eles aconteçam. O objetivo é estabelecer um plano harmônico factível de capacidade. Por esse motivo, é necessário trocar os dados requeridos de uma maneira precisa e atualizada. Isto geralmente é efetuado pelos sistemas *web-based*, nos quais todos os parceiros internos e externos podem lançar os seus recursos e dados de capacidade, por eles mesmos.

- **Planejamento Colaborativo de Demanda:** a previsão da demanda futura é gerada junto com os fornecedores ou clientes. Os fornecedores ou clientes estão envolvidos nos processos de planejamento de demanda, num estágio inicial, de tal forma que seus mercados e informações sobre o produto possam também ser integrados nos dados de previsão. Com o auxílio de *software* de soluções *web-based*, as informações relevantes podem ser trocadas entre os parceiros de uma cadeia de suprimentos. Estas previsões de demanda, geradas em colaboração, são a base para posteriores atividades de planejamento em uma cadeia de suprimentos. »O Planejamento Colaborativo de Demanda« é derivado da filosofia do planejamento colaborativo, previsão e reabastecimento (CPFR).
- **Planejamento Colaborativo de Inventário:** consiste nas estratégias de suprimento, nas quais o planejamento dos inventários é executado colaborativamente pelo fornecedor e pelo cliente. Ele inclui estratégias, tais com Inventário Administrado pelo Vendedor (VMI)¹ e Reabastecimento Contínuo (CR- *continuous replenishment*)². No planejamento colaborativo de Inventário o fornecedor é responsável pela administração do inventário do cliente e interessa-se por fornecer peças suficientes ao cliente e simultaneamente mantendo os estoques o mais baixo o possível. O fornecedor monitora todos os movimentos do estoque e executa, por si mesmo o reabastecimento das peças.
- **Sistemas de Interface com os Clientes e Fornecedores:** Este grupo de sistemas incorpora os sistemas de relacionamento (CRM – *Customer Relationship Management* e SRM – *Supplier Relationship Management*) e

¹ VMI “Vendor Managed Inventory” – inventário gerenciado pelo vendedor: É uma modificação do QR onde o fornecedor não precisa esperar receber o pedido de compras de seu cliente para efetuar o suprimento assumindo toda a responsabilidade do resuprimento desse cliente (Mentzer, 2001). O fornecedor (normalmente um fabricante) recebe dados eletrônicos (geralmente via EDI ou internet) que informam as vendas e níveis de estoque de seus clientes (normalmente varejistas). O fornecedor pode então enxergar cada item quando a distribuição de seu produto, bem como dados sobre os seus pontos de vendas. Com o VMI o fornecedor é responsável por manter e controlar o nível de estoque de seus clientes.

² Forma de VMI para o varejo e supermercados, trata-se de uma ferramenta para repor os produtos na gôndola de forma rápida e adequada à demanda, para minimizar estoques e faltas

os sistemas que utilizam a *internet* para troca de informações *e-commerce*³, de *e-procurement*⁴ e *e-fulfillment*⁵.

- ***Supply Chain Execution***: abriga diversos sistemas que executam o que foi planejado para os processos de fornecimento, de produção e distribuição. Os principais sistemas são os de gestão de armazenagem, gestão de produção e gestão de transportes.
- **Gestão de Eventos na Cadeia de Suprimentos (SCEM – *Supply Chain Event Management*)**: abrange a monitoração ativa do suprimento de material ou do fluxo de material ao longo de uma cadeia comercial. Isso permite ao fabricante monitorar o fluxo de materiais junto com os fornecedores e clientes. Podem ocorrer contratemplos sob a forma de demoras por enguiços de caminhões e queda no suprimento a níveis mínimos do estoque. O sistema SCEM identifica e comunica uma interrupção não programada para todas as locações afetadas na cadeia e informa a respeito do incidente as razões e as implicações. Além disso, pode ser usado um componente de simulação por todas as locações que tenham tido seus processos afetados, a fim de determinar as conseqüências da interrupção simulada, ou para avaliar os possíveis cenários alternativos de suprimentos. Assim, os sistemas de *Alert-Management*, monitoração e *track and trace* são usados.

³ “E-Commerce” – comércio eletrônico: É o conceito que transfere para a Web o processo e gerenciamento de vendas. O comércio eletrônico vai além da criação de um novo canal de venda on-line. Ele utiliza tecnologia para agilizar o modelo comercial em empresas de uma cadeia gerando uma maior economia e um aumento da eficiência de suas operações. Com isso o comércio eletrônico implica em uma redução de custos e no estabelecimento de vínculos mais estreitos e interativos entre membros de uma mesma cadeia de suprimento.

⁴ E-Procurement é um conceito que transfere para a Web o processo e gerenciamento de compras de suprimento (Smock, 2001), aliviando a carga de trabalho e os custos dessa área nas corporações. O e-procurement traz a eliminação do papel, uma cotação de preços mais abrangente e a possibilidade de acompanhar melhor o desempenho dos fornecedores. Num outro estágio, amplia a integração da cadeia de suprimento. Este serviço integra de forma eficiente os departamentos de compras das empresas com seus fornecedores.

⁵ O termo e-fulfillment está sendo empregado para distinguir os aspectos únicos de fornecer produtos e serviços aos clientes do comércio eletrônico. Ele incorpora atividades, como operações de *telemarketing*, serviço de atendimento ao cliente, estocagem e expedição, gerenciamento do inventário e de suprimentos e processamento e disposição de devoluções. Juntas, estas atividades podem representar grande parte do ativo tangível de uma empresa que opera em um ambiente de comércio eletrônico e são responsáveis pela entrega de alguns dos aspectos mais memoráveis e importantes do serviço de atendimento ao cliente (Carillo Júnior, 2000).

- **Monitoração (componente do SCEM):** consiste na administração da atualização e visualização de todos os dados relevantes de transações, informações e indicadores de performance de uma cadeia de suprimentos, tais como níveis de estoque (em trânsito e em estoque), demandas, status real do processo, capacidades, situação do pedido, etc. Nesse sentido, a apresentação definível pelo usuário (função ou significado que pode ser especificada e variada pelo usuário) e notação gráfica, é de grande importância.
- **Alert-Management (componente SCEM):** Em caso de escassez ou pontos de estrangulamento no suprimento de material ou em caso de violação das tolerâncias pré-definidas, os parceiros interessados, organizações ou pessoas, têm que ser notificados acerca da situação. O sistema de *software* tem que gerar e enviar alertas para todas as pessoas relevantes. Neste sentido, a possibilidade de definição e priorização dos alertas pelos usuários, por eles mesmos, é de grande importância.
- **Track and Trace:** permite aos usuários acompanhar *on line* onde estão seus pedidos em tempo real e obter diversas informações.

2.4.4. Meyr, Wagner e Rohde

A Figura 6 apresenta o modelo de referência de Meyr, Wagner e Rohde (2000) para os sistemas integrados de informação para SCM. Pode-se perceber que este modelo está estruturado de forma a abrigar quatro processos de negócios: suprimentos, produção, distribuição e vendas.

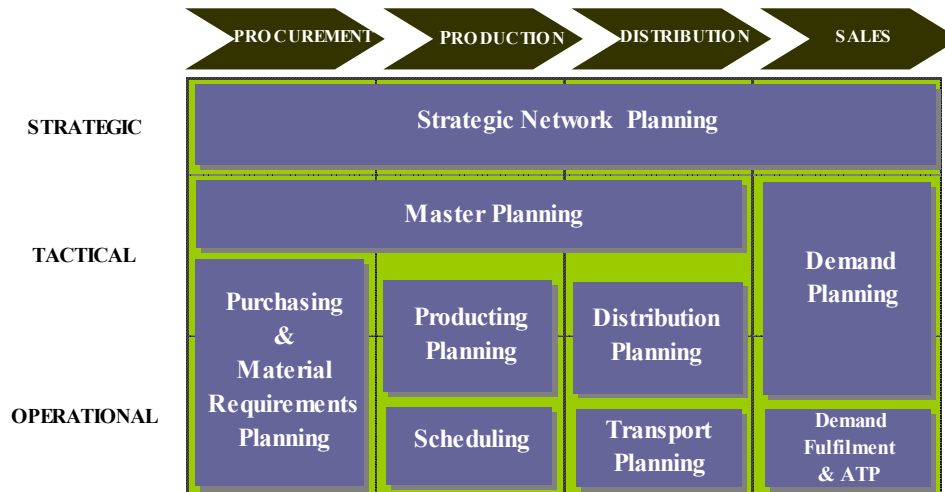


Figura 6: Modelo de referência de Meyr, Wagner e Rohde (2000) para os sistemas integrados de informação para SCM

A seguir são apresentados os principais aplicativos deste modelo de referência com base na explicação de seus próprios autores e do Arozo (2003).

- Planejamento Estratégico da Rede:** tipicamente, o horizonte para o planejamento estratégico da rede logística pode ser considerado como possível num período de dois anos em diante e suas decisões envolvem a definição de zonas 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 ou a minimização dos custos, sendo sempre limitados por restrições de nível de serviço. A utilização desses sistemas passa pela modelagem da rede em si. Essa modelagem abrange custos fixos e variáveis da operação, instalações existentes (fábricas, centros de distribuição) e segmentação geográfica da demanda, entre outros aspectos. As respostas desse tipo de modelo estão geralmente associadas às instalações que compõem a rede logística, tais como suas capacidades, alocações geográficas e orientação para determinados clientes ou produtos. As capacidades e alocações definidas pelo planejamento de rede tornam-se, então, restrições para o processo de planejamento mestre da produção.

- **Planejamento da demanda:** os sistemas de planejamento da demanda ajudam na elaboração de previsões de vendas, através da utilização de ferramentas analíticas apropriadas. Esses sistemas utilizam como *input* de dados históricos de venda e qualquer informação existente que pode ser relacionada com a demanda futura, como contratos já firmados com clientes ou projeções da taxa de inflação. A previsão pode ser calculada tanto através de métodos baseados em séries históricas, quanto de métodos causais. Quanto aos métodos baseados em séries históricas, existem inúmeros, cada qual com características específicas. Por meio desses métodos é possível identificar tendências de crescimento ou redução das vendas, cálculo de sazonalidades, de previsões diárias ou anuais. Frente à grande disponibilidade de modelos diferentes, grande parte dos sistemas possui metodologias e algoritmos que identificam qual método fornece a melhor previsão para uma dada série de vendas. Com relação aos modelos causais, eles permitem que o comportamento das vendas seja previsto em função de outras variáveis que não as vendas históricas. Por exemplo, estimar as vendas de pneus novos em função das vendas de automóveis. Esses modelos também podem ser utilizados para avaliar o impacto de eventos específicos, como, por exemplo, o reflexo de uma nova campanha promocional no comportamento das vendas. Os sistemas permitem que as previsões sejam realizadas e monitoradas através de três dimensões básicas, com diferentes graus de agregação:
 - Dimensões de produto: produto, grupo, família, linha;
 - Dimensões geográficas: cliente, região de vendas, área de atuação de centros de distribuição e venda nacional;
 - Dimensões de tempo: dia, mês, ano ou qualquer horizonte específico que seja necessário em função de questões sazonais.
- **Planejamento Mestre:** A principal finalidade desse sistema é sincronizar o fluxo de materiais ao longo de toda a cadeia. Isso suporta as decisões de médio prazo referentes à capacidade de produção, disponibilidade de transporte, planejamento de suprimentos e políticas de estoque. Como consequência dessa sincronização, é possível obter-se uma redução dos níveis de estoque, principalmente em função da eliminação de estoques de

segurança redundantes entre as atividades presentes no fluxo de materiais e oriundos de um sistema de planejamento não integrado. Essa sincronização do fluxo de materiais é obtida através da definição, durante o planejamento, de todas as capacidades das entidades (fábricas, centros de distribuição, frota de veículos) que compõem a cadeia de suprimentos em questão. Ou seja, o planejamento mestre de produção informa não só quanto vai ser produzido em cada local, mas também quais as necessidades operacionais para que esse plano seja possível. No entanto, esse tipo de otimização de planejamento não pode ser feita, ou pelo menos não é razoável, com base em informações com alto grau de detalhes. É necessário um grau de agregação de produtos, bem como uma simplificação das capacidades, como, por exemplo, da capacidade produtiva mensal. Dessa forma, obtém-se não somente uma redução na quantidade de dados necessários, mas também se diminui as incertezas das informações de médio prazo - previsão de demanda - bem como a complexidade dos modelos.

- **Planejamento da Distribuição e dos Transportes:** O planejamento da distribuição realiza de forma mais detalhada a questão em torno dos fluxos de materiais do que o planejamento mestre. Este planejamento é o principal *input* para o planejamento de transportes. Dessa forma, ele apóia, 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. Em paralelo ao planejamento de transporte 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.
- **Planejamento, Programação e Sequenciamento da Produção:** se houverem dois módulos separados para este sistema o planejamento da produção fica responsável pelas atividades de maior nível hierárquico, como definir tamanho do lote de produção. 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. Esse normalmente é expresso na minimização ou maximização de algum aspecto da produção, tais como: número de set-ups, total de ordens atrasadas e custos variáveis de produção. 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 seqüenciamento no qual todas as ordens serão processadas. É exatamente nesse ponto que os *softwares* de SCM mais auxiliam.

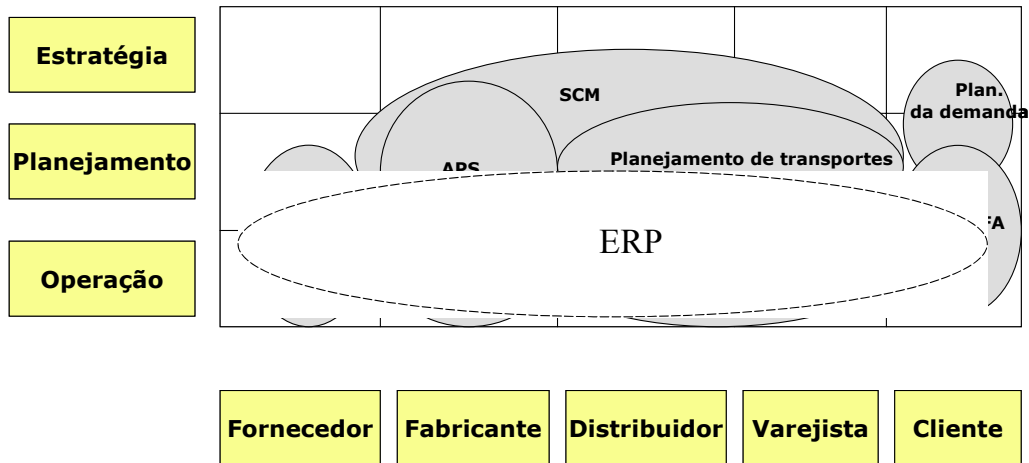
- **Compras e MRP:** as aplicações de compras focam no relacionamento entre a empresa e seus fornecedores, bem como no processo que envolve esse relacionamento. Seus objetivos básicos são permitir um processo de compras eficiente e racionalizado e gerenciar especificações, preços e ordens de compras, além dos próprios fornecedores. Esses sistemas permitem comparações analíticas entre fornecedores e entre produtos para ajudar os tomadores de decisão sobre o que comprar e de quem. A explosão das tarefas do planejamento e das requisições dos materiais é deixada freqüentemente aos sistemas ERP que pretendem fornecer estas funcionalidades, geralmente requisitadas por sistemas meramente transacionais. Entretanto, o planejamento avançado da compra para materiais de componentes – com relação da perspectiva dos fornecedores alternativos, quantidades e descontos não são suportadas por sistemas de ERP.
- **Atendimento da demanda:** O processo de *demand fulfillment*, ou atendimento da demanda, determina a data prometida de entrega para os pedidos e, portanto, influencia fortemente o *lead-time* dos pedidos, bem como os indicadores de pontualidade de entrega dos mesmos. No atual ambiente competitivo, é muito importante a geração de datas de entrega de forma rápida e confiável, procedimento que ajuda na prestação de um serviço logístico de qualidade. A abordagem tradicional para o cálculo dessas datas é a de checar o nível de estoque para avaliar se um

determinado pedido pode ser atendido imediatamente. Caso não haja estoque suficiente, a entrega do pedido é prometida para uma data deslocada no futuro, de acordo com o tempo necessário de fabricação. Esse procedimento pode resultar em pedidos inviáveis, uma vez que outras restrições que não foram levadas em consideração podem estar sendo violadas, como, por exemplo, a disponibilidade de capacidade produtiva ou o fornecimento da matéria-prima necessária. As soluções de demand fulfilment existentes nos sistemas de supply chain utilizam procedimentos de determinação de datas mais sofisticados com o objetivo de:

- Aumentar a pontualidade das entregas dos pedidos pela geração de ordens mais viáveis;
- Diminuir a quantidade de vendas perdidas.

2.4.5. Chopra & Meindl

A Figura 7 apresenta o modelo de referência de Chopra & Meindl (2003) para os sistemas integrados de informação para SCM. Este modelo é o único a não incorporar processos de negócio no eixo horizontal de sua matriz. Mesmo assim, a visualização e compreensão desse modelo pode ser feita de forma análoga aos demais.



Chopra & Meindl (2003)

Figura 7: Modelo de referência de Chopra & Meindl (2003) para os sistemas integrados de informação para SCM

A seguir são apresentados os principais aplicativos deste modelo de referência com base na explicação de seus próprios autores.

- **Aplicativos de compras e catalogação de conteúdo:** concentram-se no relacionamento entre um fabricante e seus fornecedores e nos processos de aquisição que ocorrem entre eles. Os sistemas de gerenciamento do fornecedor permitem comparações analíticas entre fornecedores e peças para ajudar os compradores a tomarem decisões sobre de quem e o que comprar.
- **Planejamento Avançado e Programação (APS-Advanced Planning and Scheduling):** 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 de fábrica e outros itens. Podem ser usados para desenvolver cronogramas de produção detalhados na fábrica, planejamento de fabricação e de cadeia de suprimento para otimizar o uso dos recursos de fabricação, distribuição e transporte no atendimento à demanda. Os sistemas APS requerem dados de nível transacional coletados por sistemas legados ou ERP.

- **Sistemas de conteúdo e planejamento de transporte:** fazem análises para determinar como, quando, onde e em que quantidade os materiais devem ser transportados. Comparações entre diferentes transportadoras, meios, rotas e fretes podem ser feitas por meio desses sistemas.
- **Planejamento da demanda e gerenciamento da receita:** ajudam na elaboração de previsões de vendas, através da utilização de ferramentas analíticas apropriadas. Utilizam como *input* dados históricos de venda e qualquer informação existente que pode ser relacionada com a demanda futura, como, por exemplo, contratos já firmados com clientes ou projeções da taxa de inflação. Bons sistemas levam em conta as tendências da demanda, assim como a sazonalidade, além das modificações com promoções, para preverem a demanda futura. O gerenciamento da receita lida com a diferenciação de preços para maximizar a quantidade de clientes adicionais que se pode conquistar a partir das vendas de produtos.
- **Gerenciamento da relação com o cliente e automação da força de vendas (CRM *customer relationship management* e SFA *sales force automation*):** automatizam as relações entre vendedores e compradores oferecendo informações sobre produto e preço. Também permitem que informações detalhadas sobre cliente e produto estejam disponíveis em tempo real de modo que os vendedores possam direcionar seu trabalho ou os clientes possam configurar seus próprios pedidos.
- **Gerenciamento da cadeia de suprimento (SCM):** são uma combinação de muitos dos aplicativos anteriores e são utilizados para abranger os estágios da cadeia de suprimento. São voltados ao planejamento da atividade produtiva e da cadeia de suprimento como um todo, englobando aspectos como previsão e gerenciamento de demanda e de alocação de capacidade produtiva. Os sistemas de SCM possibilitam um escopo mais global porque conseguem abranger muitos estágios da cadeia de suprimento com seus diferentes módulos. Por exemplo, um sistema de SCM poderia vir junto com APS, planejamento de demanda, de transporte

e de estoque. Os sistemas SCM possuem as capacidades analíticas para gerar soluções de planejamento e decisões em nível estratégico. Embora normalmente não consigam abranger todos os estágios da cadeia de suprimento e contem com sistemas legados ou sistemas ERP para receber as informações necessárias para fazer as análises, os sistemas SCM têm um horizonte de planejamento e decisões um pouco mais elevado que os sistemas ERPs, pois são os únicos a atingirem o nível estratégico de funcionalidade.

- **Sistemas de gerenciamento de estoque:** oferecem padrões de demanda, recebem dados sobre previsões, custos, margens e níveis de serviço e então executam a política recomendada para estocagem. São mais utilizados para conseguir um equilíbrio ótimo entre custos de estoque e custos de esgotamento de estoque.
- **Sistemas integrados de controle da produção (MES - *manufacturing execution system*):** são menos analíticos que o APS e são semelhantes ao sistema ERP, mais focado na operação, exceto pelo fato de que se concentram apenas na produção na instalação fabril. O MES geralmente gera cronogramas em curto prazo e aloca recursos com suas capacidades analíticas.
- **Execução de transporte:** Semelhante ao MES no que se refere ao APS, ele colocam os planos de transporte na prática. Determinam as rotas e modais a serem utilizados, seqüenciam as paradas dos veículos e o tempo estimado de cada uma delas, preparam os documentos necessários para o despacho dos veículos e verificam a disponibilidade dos mesmos. São menos analíticos do que os sistemas de planejamento, mas servem como link operacional para ferramentas de planejamento.
- **Sistemas de gerenciamento de armazém (WMS):** Assim como os sistemas de execução de transporte, o WMS é responsável pelo gerenciamento da operação do dia-a-dia de um armazém. Executam

comandos de planejamento de estoque e as operações corriqueiras de um depósito. Esses sistemas também acompanham os estoques em um depósito.

2.5.

Proposta para um modelo de referência para sistemas de informação integrados para SCM

O modelo proposto segue a maior parte dos modelos anteriormente analisados no que tange aos eixos horizontal e vertical da matriz que abriga os sistemas de informações integrados para SCM. Os processos de negócios incorporados no eixo horizontal foram: desenvolver produto (Pesquisa e Desenvolvimento), compras, produção, logística e marketing / vendas.

O modelo separa os sistemas transacionais dos analíticos conforme também feito em Shapiro (1999) de forma a facilitar a visualização dos distintos sistemas existentes. Os sistemas analíticos são divididos em sistemas de planejamento de cadeia (SCP) e sistemas de execução (SCE), conforme feito em Koch (2002). Pode-se perceber que o modelo libera um espaço para o planejamento operacional.

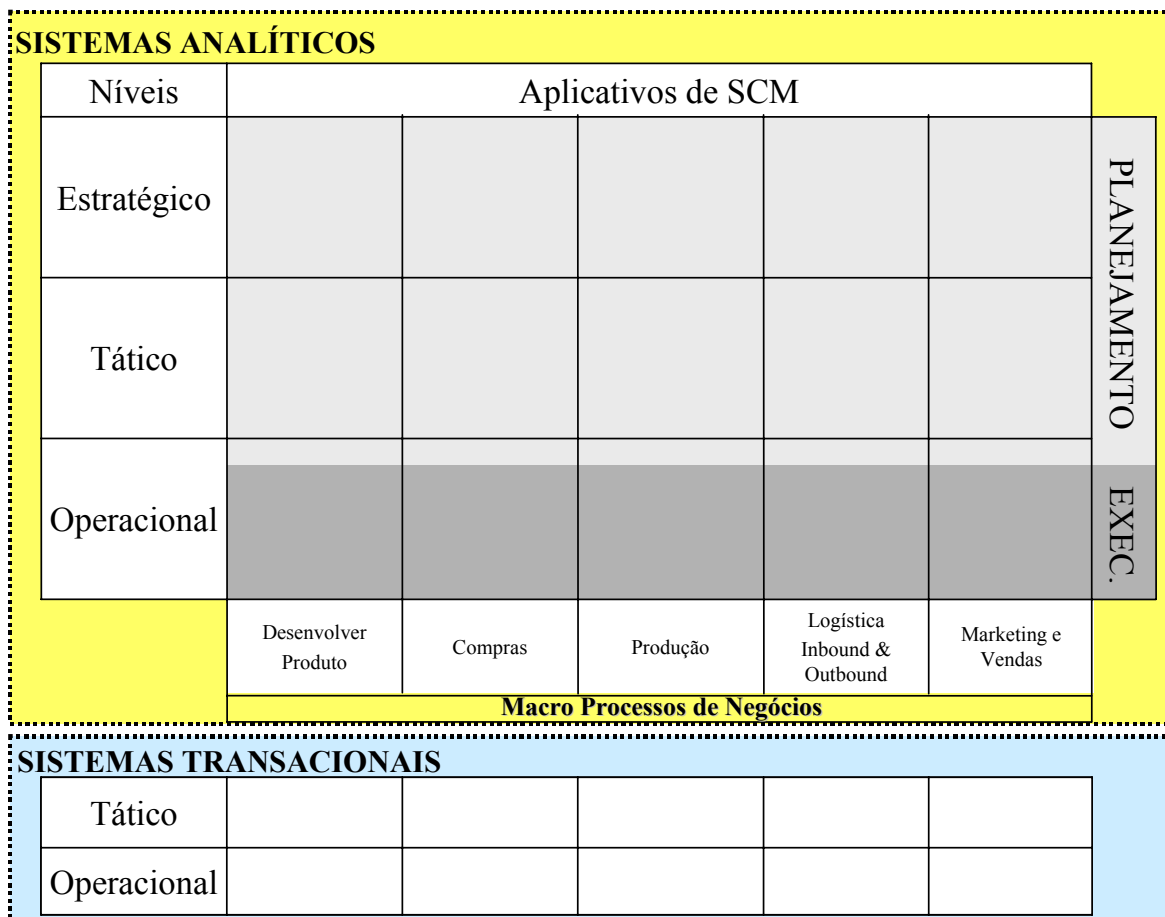


Figura 8: Estrutura do modelo de referência proposto

A metodologia para obtenção e validação do modelo está descrita no capítulo 1 desta dissertação.

2.5.1.

Principais aplicativos para os macro-processos do modelo

A Figura 9 apresenta os principais sistemas levantados na literatura e considerados pelo autor desta dissertação como sendo os mais relevantes para serem incorporados ao modelo. O grau de relevância foi baseado no uso dos sistemas no mercado. Esta configuração de sistemas foi validada por meio de entrevistas não estruturadas conforme descrito no primeiro capítulo desta dissertação.

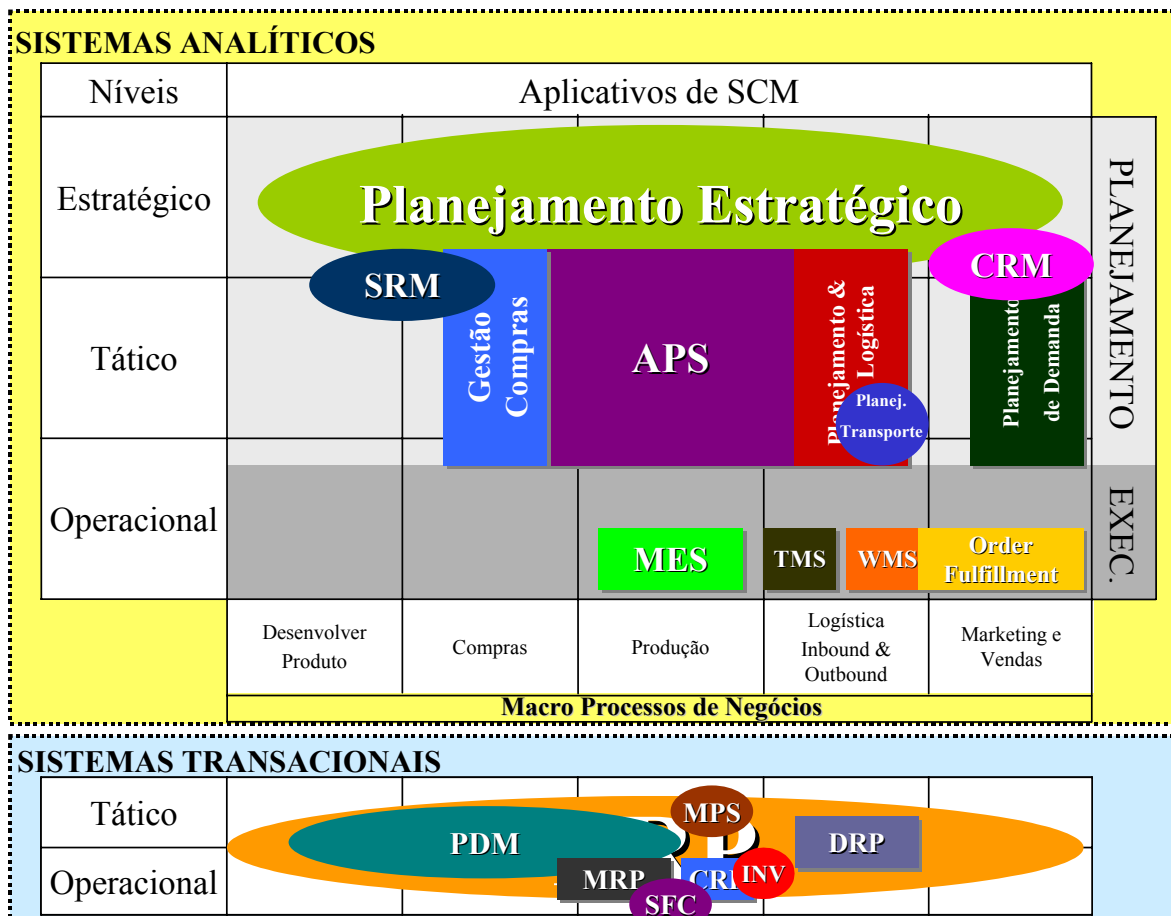


Figura 9: Modelo de referência para os sistemas integrados de informação para SCM

A seguir são descritos os sistemas que ainda não foram descritos de forma mais didática na seção 2.4

- **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 (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.

- **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.
- **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.

- **Gerenciamento do Sistema de Transporte (TMS):** Estes são sistemas de modelagem 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. Semelhante ao MES no que se refere ao APS, os sistemas de execução de transporte colocam os planos de transporte na prática. São menos analíticos do que os sistemas de planejamento, mas servem como link operacional para as ferramentas de planejamento (Chopra & Meindl, 2003). Automatizam operações de transporte como o despacho, as reconciliações de carregamento e as documentações de embarque (Kahl, 1999; Meyr *et al.*, 2000; Arozo, 2003; Chopra & Meindl, 2003). Os sistemas de Gestão de Transportes (TMS), são aplicações de *softwares* que facilitam a provisão de serviço de transporte, o planejamento a curto prazo e a otimização das atividades de transporte, e a execução dos planos de transporte (ARC, 2003). As principais atividades de um TMS podem ser divididas em três grupos: monitoramento e controle, execução e auditoria de frete (Meyr *et al.*, 2000; Arozo, 2003).
 - 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, avarias, etc;
 - 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.

- Finalmente, 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.

- **Gerenciamento do Sistema de Armazéns (WMS):** administra atividades como o controle de inventário, a reposição e o manuseio de produtos dentro de armazéns. (Kahl, 1999). Estes sistemas são responsáveis pelo gerenciamento das operações de movimentação e armazenagem de um armazém desde o agendamento dos transportes, planos de armazenagem, recebimento das mercadorias, separação e endereçamento dinâmico até os processos de expedição, atualizando sempre o estoque Físico e o Fiscal/Contábil. Apesar de possuírem alguns algoritmos, sua utilização está restrita a decisões totalmente operacionais (Meyr et al., 2000; Arozo, 2003). De acordo com estes autores, estas decisões podem englobar:
 - 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.

- **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).

- **MPS (*Master Production Schedule*):** é um sistema transacional que coordena a demanda do mercado com os recursos internos da empresa de forma a programar a produção de produtos finais, os mais estáveis possíveis, com mínima formação de estoques, levando em conta, para isso, os custos envolvidos; por um lado, de variar a produção e, por outro, de carregar estoques, ou seja, o MPS elabora o plano de produção de produtos finais, item a item, período a período, que é o dado de entrada para o MRP (Corrêa, 2001).
- **CRP (*Capacity Requirements Planning*):** é 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. (Corrêa, 2001).
- **SFC (*Shop Floor Control*) ou controle de chão de fábrica:** é um módulo do ERP, com a tarefa de fazer o sequenciamento das ordens de produção por centro de produção (Corrêa, 2001).