TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA A LOGÍSTICA



A Tecnologia da Informação, também conhecida pela sigla TI, dedica-se ao gerenciamento, criação e sustentação da informação, utilizando-se de hardwares e softwares que permitam o auxilio à tomada de decisões.

Deparamos-nos diariamente com a TI, ao atender um simples telefonema, mandar e-mails, realizar compras e pagar faturas pela internet, enfim, estamos rodeados e somos dependentes das facilidades promovidas pela TI. O mesmo ocorre com a indústria. Imagine as dificuldades que seriam enfrentadas por uma empresa para controlar seus estoques, realizar a folha de pagamento dos seus funcionários, planejar e programar sua produção, definir a melhor rota de entrega de seus produtos ao cliente, integrar seus processos, realizar transações com clientes e fornecedores, sem que tivesse o auxilio de um computador e um software específico? Este será o cerne da nossa discussão nos próximos capítulos.

O avanço da tecnologia da informação (TI) está fortemente ligado ao desenvolvimento industrial, uma vez que a TI desponta como uma aliada ao gestor moderno. A logística é uma atividade complexa que exige velocidade e precisão nas decisões, tornando a TI indispensável para tal. Segundo Carvalho (2006), o mundo se depara com a Revolução da Informação, no qual o volume e a velocidade das informações estão em níveis inimagináveis décadas atrás. Esta Revolução da Informação tornou-se possível em função da evolução da informática, uma vez que os computadores possuem preços acessíveis e capacidades de processamento adequadas ao nível de complexidade exigido.

VOCÊ SABIA?

Que nas décadas de 60 e 70 os computadores possuíam capacidades inferiores as dos computadores embarcados nos carros de hoje em dia?

De acordo com Carvalho (2006, p. 02)

> A revolução da informática fez com que a área de tecnologia da informação evoluísse muito rapidamente num espaço relativamente curto de tempo, beneficiando diretamente diversas áreas técnicas, entre as quais se pode ressaltar a logística moderna.

A logística possui o desafio de disponibilizar os materiais necessários, nos locais solicitados dentro de um prazo especificado. Para isso é necessário o gerenciamento da cadeia de suprimentos, onde os diferentes elos da cadeia devem se comunicar para que esta se torne competitiva, através da minimização dos estoques gerados a partir das incertezas. Vale ressaltar que a informação compartilhada entre os diferentes níveis da cadeia de suprimentos não é algo simples, porém, essencial para o bom desempenho, não só da organização, mas também de seus fornecedores a montante e clientes a jusante. Para que o fluxo da informação seja gerenciado, faz-se necessário o uso de ferramentas tecnológicas, que dêem suporte a tomada de decisões.

Capítulo 1

MRP (*MATERIAL REQUERIMENTS PLANNING*)

O MRP (*Material Requeriments Planning*) no português, Planejamento das Necessidades de Materiais, preocupa-se com o cálculo das necessidades de materiais para a produção de um determinado item, levando em consideração os tempos inerentes a disponibilização dos materiais necessários para o referido produto. Levando em consideração que um produto possui diferentes matérias primas de fontes de suprimentos distintas, seus respectivos tempos de aquisição deverão ser considerados para que o produto seja produzido em tempo hábil para atender uma determinada demanda.

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2008, p.78):

> [...] se são conhecidos todos os componentes de determinado produto e os tempos de obtenção de cada um deles, podemos, com base na visão de futuro das necessidades de disponibilidade do produto em questão, calcular os momentos e as quantidades que devem ser obtidas, de cada um dos componentes para que não haja falta nem sobra de nenhum deles, no suprimento das necessidades dadas pela produção do referido produto.

Como exemplo de aplicação, pode-se imaginar uma montadora de desktop (computador pessoal), no qual necessitamos de diferentes componentes, oriundos muitas vezes de países distintos, o que aumenta a responsabilidade da logística em gerenciar o suprimento. Basicamente, a nossa fábrica de desktop, para a montagem de seus produtos, necessita dos seguintes componentes: gabinete, placa de vídeo, placa mãe, processador, memória, disco rígido, gravador, teclado, mouse, caixa de som e monitor. Vale ressaltar que este é um exemplo didático e simplificado, apenas para representar a aplicação do MRP. Segue abaixo a estrutura resumida do produto:

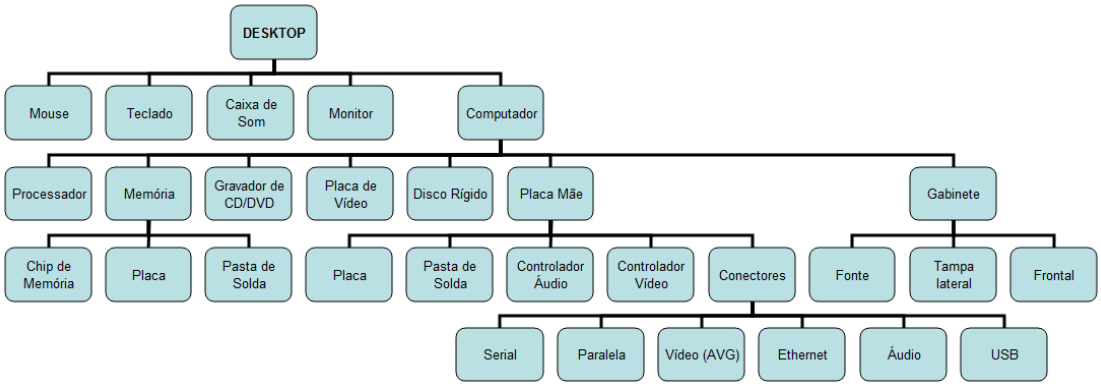


Figura 1.1 - Estrutura Resumida do Desktop (Elaborado pelo Autor)

A “estrutura do produto”, também conhecida como “árvore do produto”, permite a visualização das relações dos itens “pai” e itens “filho”.

De acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2008, p.81):

> Chamamos, jargão do MRP, de itens “filhos” os componentes *diretos* de outros itens, estes correspondente chamados itens “pais” de seus componentes diretos.

Através da figura 1.1 pode-se observar a aplicação da definição de itens “pai” e “filho”, por exemplo, o gabinete é item “pai” dos componentes *fonte, tampa lateral e frontal*, ao mesmo tempo em que é um componente “filho” do item computador.

Ao definirmos os itens “pai” e “filho” de um produto, torna-se possível a verificação de quantos itens “filho” são necessários para que o item “pai” seja concluído, tal informação é chamada de cálculo das necessidades brutas. Na tabela 1.1 é possível verificar a quantidade de componentes necessários para a concepção de um desktop, bem como as ações que a empresa deve tomar para disponibilizar o produto e o tempo necessário para cada ação. Nesta montadora imaginária de desktop, todos os componentes são comprados, sendo de responsabilidade da mesma apenas a montagem do desktop. Por se tratar de um produto eletrônico, boa parte dos componentes é proveniente de importação, principalmente de países como China, E.U.A e Taiwan. Para efeitos didáticos consideremos que a empresa montadora de desktop está localizada na cidade de Ilhéus, pólo de informática do Estado da Bahia, situada a aproximadamente 450 quilômetros de distância da capital baiana Salvador.

TABELA 1.1: Componentes do Desktop

Item	Componente	Quantidade	Tempo da Ação	Ações
1	Mouse	1	1 dia (Ilhéus)	Comprar
2	Teclado	1	1 dia (Ilhéus)	Comprar
3	Caixa de Som	1	1 dia (Ilhéus)	Comprar
4	Monitor	1	5 dias (São Paulo)	Comprar
5	Computador	1	2 horas (Lotes de 150)	Montar
6	Gabinete	1	1 hora (Lotes de 120)	Montar
7	Processador	1	45 dias (China)	Comprar
8	Memória	1	1 hora (Lotes de 200)	Montar
9	Gravador de CD/DVD	1	25 dias (E.U.A)	Comprar
10	Placa de Vídeo	1	25 dias (E.U.A)	Comprar
11	Disco Rígido	1	45 dias (Taiwan)	Comprar
12	Placa Mãe	1	1 hora (Lotes de 200)	Montar

13	Chip de Memória	4	45 dias (China)	Comprar
14	Placa	2	45 dias (China)	Comprar
15	Pasta de Solda	1,5 gramas	5 dias (São Paulo/Manaus)	Comprar
16	Contr. Áudio	1	45 dias (China)	Comprar
17	Contr. Vídeo	1	45 dias (China)	Comprar
18	Conectores	1	45 dias (China)	Comprar
19	Fonte	1	45 dias (China)	Comprar
20	Tampa Lateral	1	45 dias (China)	Comprar
21	Frontal	1	45 dias (China)	Comprar
22	Serial	1	45 dias (China)	Comprar
23	Paralela	1	45 dias (China)	Comprar
24	Vídeo (AVG)	1	45 dias (China)	Comprar
25	*Ethernet*	1	45 dias (China)	Comprar
26	Áudio	1	45 dias (China)	Comprar
27	USB	1	45 dias (China)	Comprar

*Fonte: Elaborado pelo Autor * os tempos das ações são meramente ilustrativos e foram apenas baseados na realidade das empresas do segmento em questão.*

Ao analisar a tabela 1.1, podemos verificar facilmente que caso haja uma demanda de 500 desktop's necessitaremos de comprar 500 monitores, montar 500 memórias, comprar 750 gramas de pasta de solda, e assim por diante. Podemos observar também, que tais ações deverão ocorrer em momentos distintos, uma vez que seus tempos possuem durações variadas, por exemplo, se a demanda de desktop's for para dia 20 de dezembro, deveremos liberar uma ordem de compra de 500 Placas de Vídeo com no mínimo 25 dias de antecedência, ou seja, 25 de novembro. Neste exemplo estamos assumindo que não há o componente "Placa de Vídeo" em estoque e considerando sábado e domingo como dias úteis.

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2008), a representação dos tempos necessários para obter um determinado item (conforme exposto na coluna "Tempo da Ação" da tabela 1.1) permite a visualização dos momentos em que decisões logísticas deverão ser tomadas, de modo que as quantidades certas sejam disponibilizadas no momento adequado, tornando possível a produção da quantidade desejada. Considerando a demanda sugerida anteriormente de 500 desktop's para o dia 20 de dezembro, a tabela 1.2 apresenta as decisões logísticas que deverão ser tomadas para que seja possível o atendimento da demanda. Para tal exemplo será considerado que o dia 20 de outubro é a data presente, e que o dia 20 de dezembro está inserido da semana 52 do ano.

TABELA 1.2: Ações Logísticas

Período	Ação Logística
Semana 43 (03/11)	Nenhuma ação programada
Semana 44 (03/11)	Nenhuma ação programada
Semana 45 (03/11)	Liberar ordem de compra de 500 conectores
Semana 45 (03/11)	Liberar ordem de compra de 500 controladores de vídeo

Semana 45 (03/11)	Liberar ordem de compra de 500 controladores de áudio
Semana 45 (03/11)	Liberar ordem de compra de 1000 placas
Semana 45 (03/11)	Liberar ordem de compra de 2000 chip's de memória
Semana 45 (04/11)	Liberar ordem de compra de 500 HD (disco rígido)
Semana 45 (04/11)	Liberar ordem de compra de 500 processadores
Semana 48 (24/11)	Liberar ordem de compra 500 gravadores de CD/DVD
Semana 48 (24/11)	Liberar ordem de compra 500 placas de vídeo
Semana 51 (13/12)	Liberar ordem de compra de 750 gramas de pasta de solda
Semana 51 (14/12)	Liberar ordem de compra 500 monitores
Semana 51 (18/12)	Liberar ordem de compra 500 caixa de som
Semana 51 (18/12)	Liberar ordem de compra 500 teclado
Semana 51 (18/12)	Liberar ordem de compra 500 mouse
Semana 51 (18/12)	Liberar ordem de montagem de 500 gabinetes
Semana 51 (18/12)	Liberar ordem de montagem de 500 placa mãe
Semana 51 (18/12)	Liberar ordem de montagem de 500 memórias
Semana 52 (19/12)	Liberar ordem de montagem de 500 desktop's
Semana 52 (20/12)	Atendimento da demanda de 500 desktop's

Fonte: Baseado em Corrêa, Gianesi e Caon (2008)

Através do exemplo exposto, notamos o momento em que as ações devem ser realizadas de modo que o prazo definido seja atendido.

VOCÊ SABIA?

Que a lógica MRP é chamada de lógica de "programação para trás"?

O mercado possui característica dinâmica, o que dificulta o planejamento por parte dos gestores, quais necessitam antecipar as necessidades dos clientes através de previsões de demanda. Muitas vezes, as confirmações dos pedidos por parte dos clientes se dão em intervalos de tempo mais curtos do que o tempo das ações necessárias para viabilizar a produção. Ora, como podemos planejar a aquisição de itens do nosso produto, que necessitam de tomadas de decisões com uma antecipação de 45 dias, se o nosso cliente efetua a confirmação da compra apenas com 5 dias de antecedência da entrega?

Diante do exposto, observa-se a necessidade de um bom modelo de previsão de demanda, que dê ao gestor subsídios a tomada de decisões. Segundo Corrêa *et al.* (2008), *ter bons sistemas de previsão de vendas é quase um pressuposto para o bom funcionamento de sistemas de MRP*, logo, podemos afirmar que a qualidade do MRP está relacionada ao nível de qualidade da

previsão da demanda, sendo esta uma informação crucial para o processo de planejamento de uma organização.

O gestor, ao elaborar o MRP, não deve se preocupar apenas com a previsão de demanda e os *lead times* das ações que devem ser realizadas com intuito de viabilizar a produção. Outro aspecto importante diz respeito às políticas de fornecimento, uma vez que o produto normalmente possui uma diversidade de componentes oriundas de diferentes fornecedores. No exemplo supramencionado, boa parte dos componentes comprados são provenientes de importações da China, E.U.A e Taiwan, o que encarece o custo de preparação da compra, forçando o gestor a optar por lotes econômicos de compra, com intuito de reduzir os custos unitários do produto. A variação do lote de compra pode se dar em função do fornecedor, que vende lotes mínimos de 100 unidades, por exemplo, no qual, por mais que a empresa necessite apenas de 45 unidades esta será obrigada a comprar 100 unidades, em função da política de fornecimento. Logo, o gestor ao elaborar o MRP da organização, deve se preocupar com os níveis de estoque, de modo que itens remanescentes de compras passadas sejam aproveitados para novas programações, evitando compras desnecessárias. De acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2008, p.89):

> A ordens de compra e produção, chama-se “explosão das consideração das quantidades em estoque, deduzindo-as das necessidades brutas calculadas, para então sugerir as necessidades líquidas” [...]

A necessidade líquida de materiais não deve ser confundida com a necessidade bruta de materiais. A necessidade bruta de materiais leva em consideração a quantidade de componentes que serão necessários para atender a uma determinada demanda, não abatendo a necessidade de eventuais estoques remanescentes de compras passadas. Já o cálculo das necessidades líquidas de materiais leva em consideração as informações referentes a saldos no estoque, lotes de compra, políticas de fornecimento, entre outras questões. No exemplo anterior, no qual admitimos uma demanda de 500 desktop’s, necessitamos realizar a compra de diversos componentes, entre eles placa de vídeo e processador. Imagine que durante este processo, verificamos que há em estoque 150 placas de vídeo e 200 processadores. Com base nestas informações podemos calcular as necessidades líquidas para estes dois itens, sendo a necessidade líquida de placas de vídeo igual a 350 (500 – 150 = 350) e a de processador igual a 300 (500 – 200 = 300).

De acordo com Corrêa *et al.* (2008), uma vez explicada a dinâmica do MRP, torna-se necessário o registro deste, possibilitando a interface do sistema MRP e o usuário. Na tabela 1.3 é exposto um modelo do registro básico do MRP.

TABELA 1.3: Registro Básico MRP

Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8

Necessidades Brutas		150		250	400		500		700
Recebimentos Programados			150						
Estoque Projetado	200								
Recebimento de Ordens Planejadas									
Liberação de Ordens Planejadas									

Fonte: Baseado em Corrêa, Gianesi e Caon (2008)

Assumindo que no exemplo exposto na tabela 1.3, o produto em questão possua um *lead time* de fornecimento de 2 semanas, política de fornecimento que permita apenas a compra de lotes múltiplos de 50, sem a necessidade de se manter estoques de segurança, teremos o seguinte resultado na elaboração do MRP (ver tabela 1.4).

TABELA 1.4: Registro Básico MRP

Períodos		1	2	3	4	5	6	7	8
Necessidades Brutas		150		250	400		500		700
Recebimentos Programados			150						
Estoque Projetado	200	50	200	0	0	0	0	0	0
Recebimento de Ordens Planejadas		0	0	50	400	0	500	0	700
Liberação de Ordens Planejadas		50	400	0	500	0	700	0	0

Fonte: Baseado em Corrêa, Gianesi e Caon (2008).

Observando a dinâmica do MRP, fica nítido em quais períodos deverão ser tomadas as ações, através da liberação de ordens planejadas, sendo que no período 1,2,4 e 6 deverão ser realizadas liberações de ordens de compra/fabricação/montagem, para que as demandas explicitadas na linha "necessidades brutas" sejam atendidas, respeitando as particularidades de fornecimento do produto exemplificado. A seguir, cada uma das seis linhas, apresentadas na tabela 1.4, serão brevemente explicadas.

Períodos: representa o período em questão, permitindo a identificação das ações na linha do tempo.

Necessidades Brutas: representa as necessidades do produto em um dado período, ou seja, quanto deste item deverá ser disponibilizado para atender a demanda.

Recebimentos Programados: como o MRP é dinâmico, algumas ações tomadas em períodos anteriores deverão ser consideradas no futuro, na qual o recebimento programado representa a chegada de material. No exemplo apresentado na tabela 1.4, no período 2 ocorre um recebimento programado de 150, possivelmente inerente a uma liberação de ordem realizada antes do período 1.

Estoque Projetado: representa o nível do estoque esperado para um determinado período, qual será definido através da relação da quantidade de produtos que chegaram e a quantidade que saíram.

Recebimento de Ordens Planejadas: representa o recebimento das ordens que foram planejadas para atender a uma determinada demanda.

Liberação de Ordens Planejadas: representa o momento da manifestação da ação, indicando as liberações de ordens de compra/fabricação/montagem.



RECAPITULANDO

Agora você já sabe como um sistema MRP funciona! Verificamos que antes de produzirmos um determinado produto necessitamos tomar algumas providencias, como por exemplo, comprar matéria prima. Estas ações são auxiliadas através do MRP.

Capitulo 2

MRP II (*MANUFACTURING RESOURCES PLANNING – Planejamento de Recursos de Fabricação*)

Anteriormente vimos os conceitos relativos ao MRP, definindo quando e quanto de material deverá ser disponibilizado para o atendimento de uma determinada demanda. Neste capítulo, veremos questões relativas à capacidade necessária para atender as necessidades produtivas definidas no MRP. Segundo Corrêa *et al.* (2008), não basta apenas definir o que, quanto e quando produzir, deve-se verificar se a capacidade produtiva está adequada a necessidade expressa no MRP, caso contrário estaremos incorrendo em custos não previstos, gerados, por exemplo, em função de estoques excessivos ou atrasos na entrega.

Tendo em vista a importância em se definir como iremos produzir um item, o cálculo das necessidades de capacidade produtiva foi adicionado ao MRP (qual faz a análise apenas das necessidades de materiais inerentes a produção de um item) dando origem ao MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), planejamento de recursos de fabricação. A figura 2.1 ilustra a diferença de abrangência de decisões entre o MRP e o MRP II.

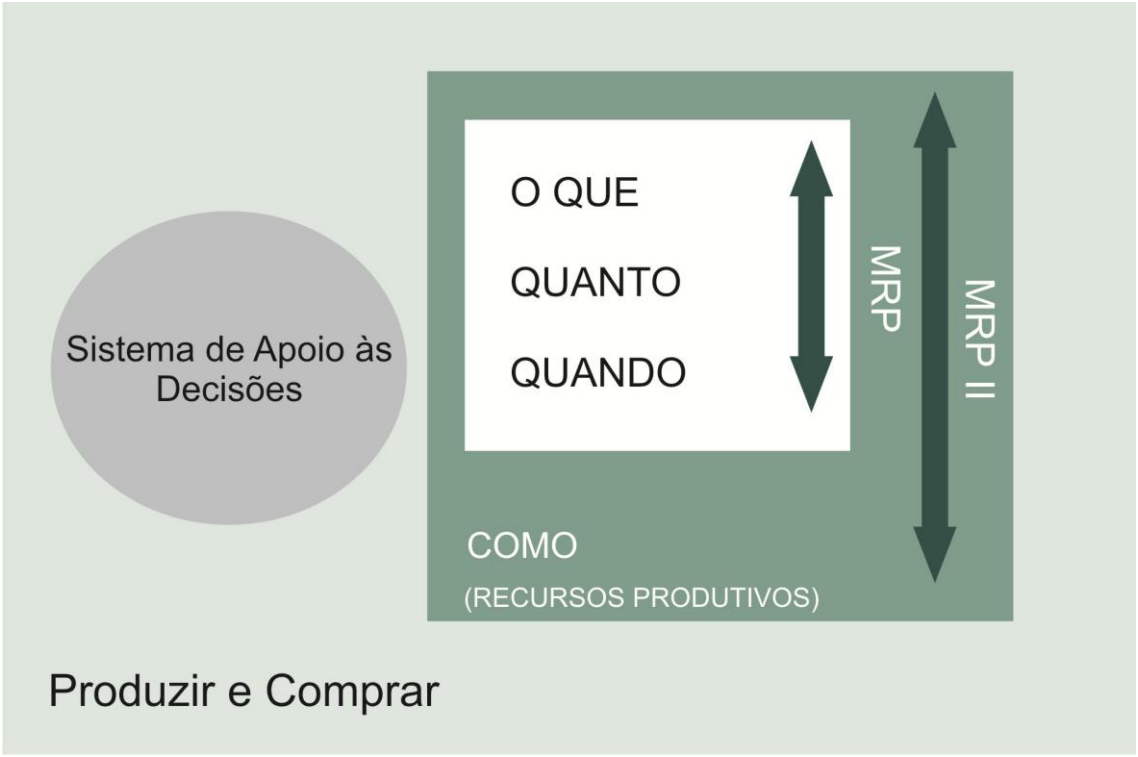


Figura 2.1 – Abrangência do MRP e do MRP II
Fonte: Corrêa *et al.* 2008)

De acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2008, p.133):

> [...] o MRP II é mais do que apenas o MRP com cálculo de capacidade. Há uma lógica estruturada de planejamento implícita no uso do MRP II, que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção que seja viável, tanto em termos de disponibilidade de materiais como de capacidade produtiva.

Através da lógica do MRP e MRP II, percebe-se que o cálculo da capacidade produtiva (MRP II) só poderá ser realizado após definirmos o que, quanto e quando produzir, através do cálculo das necessidades de materiais (MRP). Devido à dinamicidade das demandas, em algumas ocasiões pode ocorrer falta de capacidade, de modo que os incrementos de capacidade poderão ser obtidos, segundo Corrêa *et al* (2008), através de turnos extras, subcontratações, antecipação ou postergação de liberação de ordens, ajustando as restrições de capacidade com intuito de atender a uma determinada necessidade de produção. Cuidados durante a definição da quantidade produzida devem ser tomados, uma vez que as capacidades produtivas possuem limitações, no qual as decisões produtivas devem ser factíveis com a realidade da empresa em questão. Vale ressaltar que o MRP II possui alta complexidade e maior abrangência do que o MRP.

Você já conseguiu identificar quais diferenças entre o MRP e o MRP II? nos próximos tópicos continuaremos a falar sobre o tema!

Tendo em vista a complexidade do MRP II, este é estruturado a partir de um conjunto de funções. Tais funções, devido ao elevado número de informações, são costumeiramente executadas em *softwares* comerciais. A seguir, as funções do MRP II serão descritas de forma sucinta.

De acordo com Corrêa *et al* (2008), o funcionamento adequado de um sistema MRP II depende do bom andamento das seguintes operações:

Cadastros Básicos

Nesta etapa as diversas informações inerentes ao planejamento do MRP II são agrupadas em bases de dados únicas, de modo a evitar duplicidade de informações, Corrêa (2008), lista os principais cadastros a serem realizados:

- Cadastro mestre do item;
- Cadastro de estrutura do pedido;
- Cadastro de locais;

- Cadastro de centros produtivos;
- Cadastros de calendários;
- Cadastro de roteiros.

MRP (material requirements planning) e CRP (capacity requirements planning)

Conforme visto em tópico anterior, o MRP possui a função de gerar um plano viável de produção e compras, mediante o cálculo das necessidades de materiais, de modo a atender as necessidades da estrutura do produto. Após o MRP ser viabilizado é realizado o CRP, cálculo das necessidades de capacidade.

O CRP possui a função de identificar excessos de capacidade ou ociosidade nos postos de trabalho, através da análise das informações referentes aos roteiros produtivos, tempos de ciclo e centros produtivos, por exemplo. Ao realizar o CRP, o gestor possui subsídios para tomadas de decisão, no que diz respeito ao atendimento de um determinado plano produtivo.

De acordo com Corrêa *et al* (2008), o resultado da viabilização do MRP e do CRP, será um plano detalhado contendo as indicações do que e quanto comprar e produzir em cada período, bem como as ações que porventura serão tomadas pelo gestor, a exemplo das decisões de turnos extras, subcontratações, apressamento de ordens, etc. A figura 2.2 apresenta a estrutura de informações do MRP e do CRP.

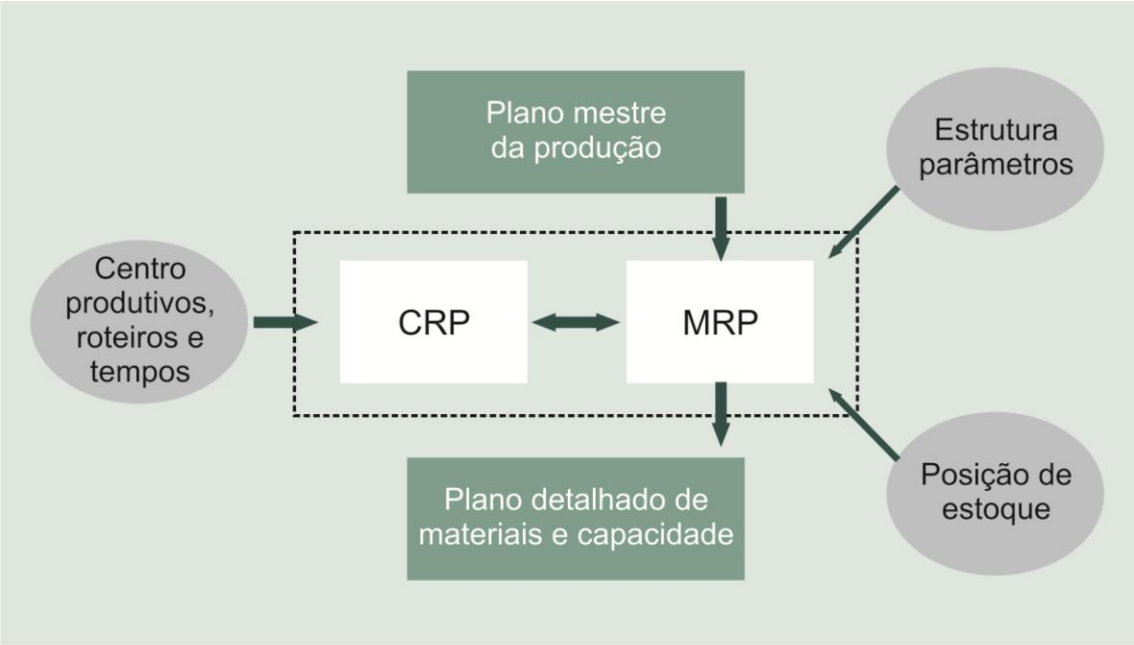


Figura 2.2 – Módulos MRP e CRP (fonte: Corrêa *et al.* 2008)

MPS (master production schedule) e RCCP (rough cut capacity planning)

O MPS, planejamento mestre de produção, e o RCCP, planejamento de capacidade aproximada, disponibilizam dados de entrada para o MRP, mediante a elaboração do plano de produção de produtos finais.

Segundo Corrêa *et al* (2008), as informações necessárias (ver figura 2.3) para o planejamento mestre da produção, são as seguintes:

- A posição dos estoques de produtos finais
- A previsão de vendas detalhada do produto final
- A carteira de pedidos confirmados.

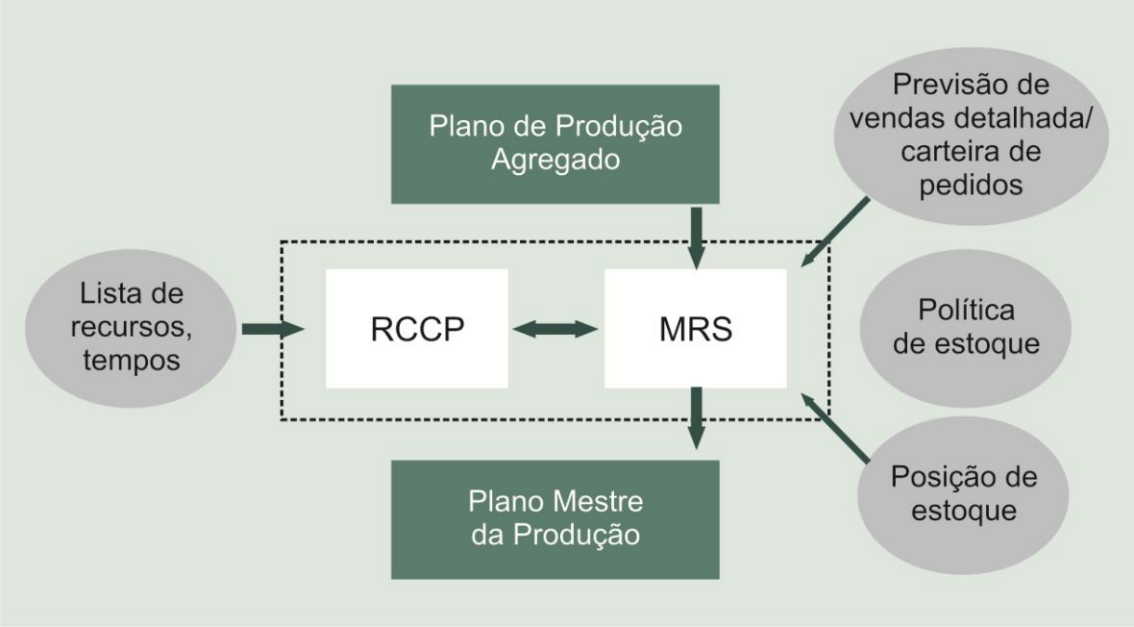


Figura 2.3 – Módulos MPS e RCCP
Fonte - Corrêa *et al.* 2008)

Gestão da Demanda

Partindo do principio de que o cálculo das necessidades de materiais está baseado em uma dada demanda, e que por muitas vezes tal demanda é considerada através de técnicas de previsão, a gestão da demanda apresenta-se como um processo de extrema importância para o bom funcionamento do MRP, e por sua vez, para o MRP II. Alguns requisitos são importantes para a boa gestão da demanda, Corrêa *et al* (2008), lista os seguintes requisitos:

- Habilidade para prever a demanda;
- Canal de comunicação com o mercado;
- Poder de influência sobre a demanda;
- Habilidade de prometer prazos;
- Habilidade de priorização e alocação.

Aliado ao processo de MPS/RCCP, a gestão da demanda responde pela ligação entre o MRP II e os clientes. A figura 2.4 apresenta as interações da gestão da demanda.

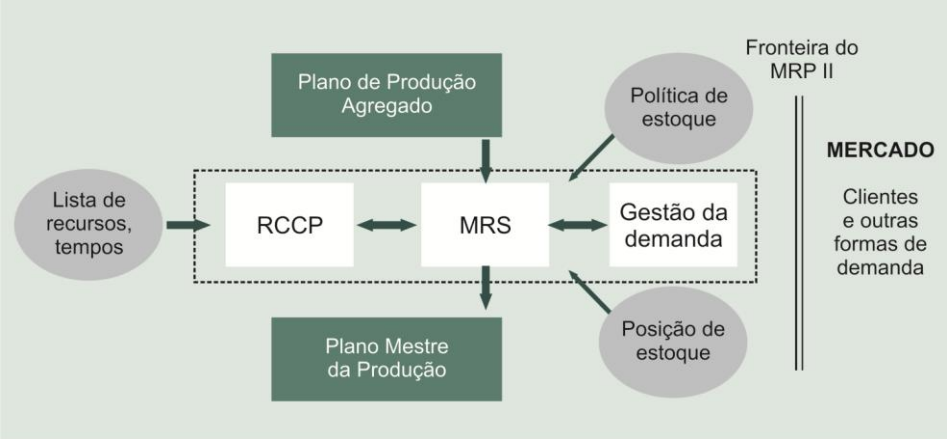


Figura 2.4 – MPS/RCCP e gestão da demanda (fonte: Corrêa *et al.* 2008)

SFC (shop floor control) e Compras

O controle de chão de fábrica SFC, é responsável pela operacionalização dos planos de produção, preocupando-se com o sequenciamento das ordens produtivas e pelo acompanhamento e controle da produção. Já o processo de compras, conforme Corrêa *et al* (2008) diz respeito ao controle das ordens de compra, definindo as programações de entrega, abertura de ordens, emissão e acompanhamento dos pedidos e fechamento das ordens de compra. A figura 2.5 representa as interações dos módulos de SFC compras.

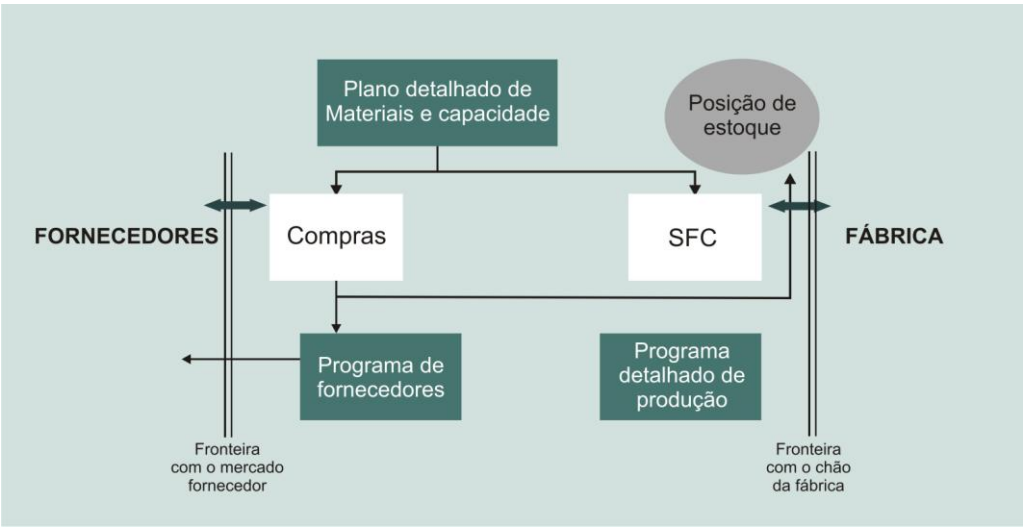


Figura 2.5 – Módulo de SFC e compras (fonte: Corrêa *et al.* 2008)

S&OP (sales and operations planning)

Segundo Corrêa *et al* (2008), o planejamento de vendas e operações (S&OP), é um dos processos mais importantes para o sistema MRP II. O planejamento de vendas e operações trabalha com decisões agregadas de longo prazo, sendo incumbência da alta direção da empresa por se tratarem de decisões que implicam em resultados a longo prazo. O S&OP necessita do envolvimento de todas as áreas da empresa, de modo que haja contradições nas decisões tomadas.

Corrêa *et al* (2008) cita os principais planos resultantes do S&OP, que serão as metas das áreas envolvidas, a saber:

- Plano de vendas agregado;
- Plano de produção agregado;
- Orçamento da empresa para o período coberto pelo horizonte de planejamento;
- O plano de introdução de novos produtos e desativação de produtos existentes.

A estrutura informativa do S&OP está ilustrada na figura 2.6.

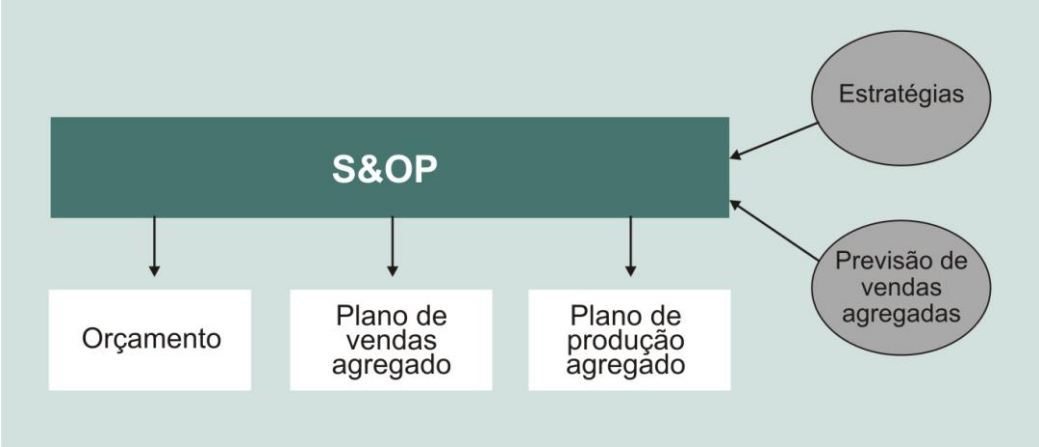


Figura 2.6 – Módulo S&OP (fonte: Corrêa et al. 2008)

Segundo a estrutura definida por Corrêa *et al* (2008), o MRP II pode dividido em três blocos, conforme descrito abaixo e exposto na figura 2.7.

1. Comando – composto pelo S&OP, Gestão da demanda e MPS/RCCP;
2. Motor – composto pelo MRP e CRP.
3. Rodas – composto por SFC e compras.

Ao analisarmos a estrutura proposta, podemos observar que os blocos estão relacionados com as decisões de longo, médio e curto prazo, bem como com os níveis estratégicos, táticos e operacionais.

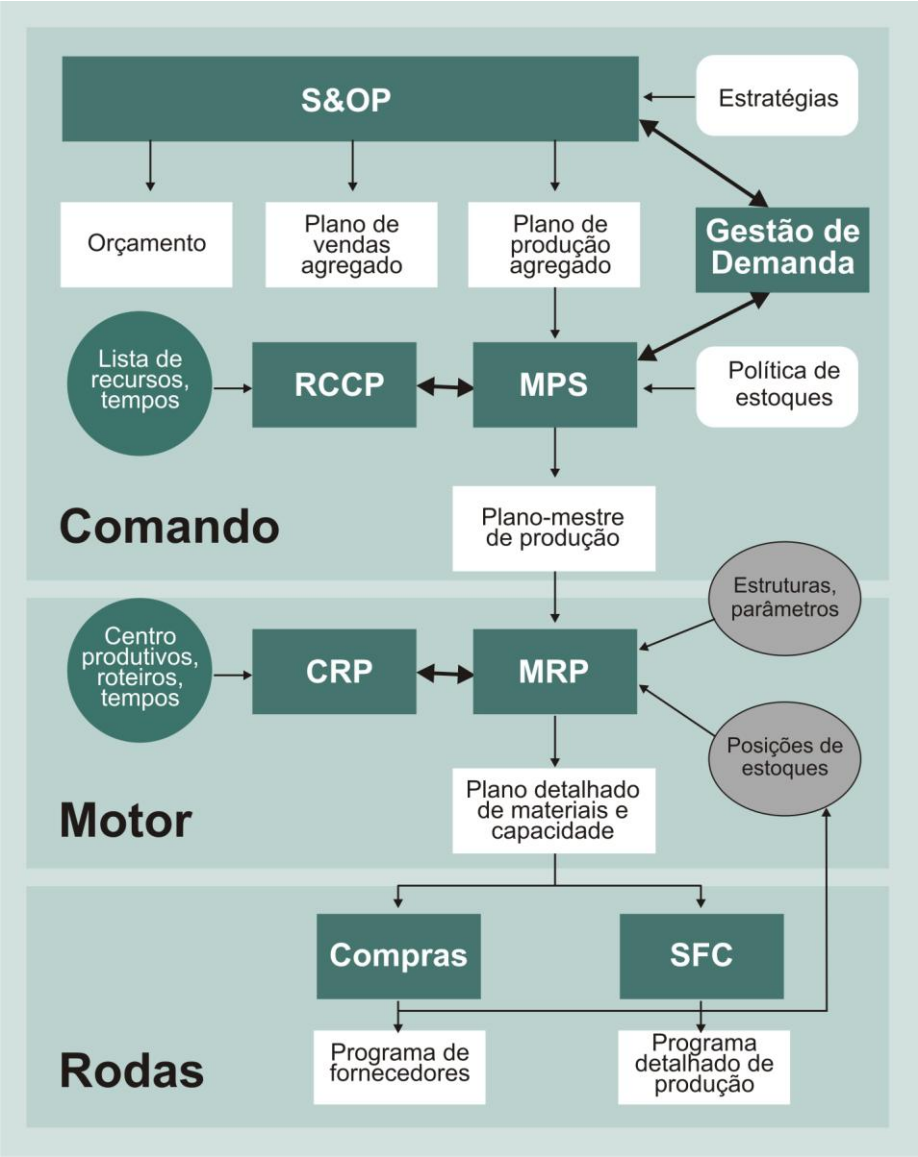


Figura 2.7 – Sistema MRP II (fonte: Corrêa *et al.* 2008)

Mais uma etapa concluída! Agora você já consegue definir o que é um sistema MRP II!

Capitulo 3

ERP (*ENTERPRISE RESOURCES PLANNING*)

O ERP, conhecido no Brasil como Sistema Integrado de Gestão, é uma tecnologia da informação que possui a finalidade de integrar todas as informações inerentes a uma organização em um único sistema, permitindo maior velocidade e confiabilidade nas tomadas de decisões estratégicas, táticas e operacionais.

A abrangência dos módulos do ERP objetivam eliminar a redundância de operações e a burocracia, através da automatização dos processos, permitindo em tempo real o gerenciamento das atividades da empresa de forma integrada.

Agora que você já sabe o que é um sistema ERP, pesquise quais os principais softwares ERP comerciais!

Segundo Corrêa *et al* (2008), os módulos do ERP abrangem as informações referentes à distribuição física, custos, recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, finanças, contabilidade, manufatura, etc. armazenadas em uma única base de dados, evitando assim possíveis redundâncias destas informações, o que eleva a segurança no processo de tomada de decisões.

O sistema ERP é uma evolução dos sistemas MRP e MRP II, abrangendo o nível de informações para outros setores da organização, e não só para o setor produtivo, auxiliando a organização nos processos de gestão das importantes fases do seu negócio. Conforme visto nos capítulos anteriores, o cálculo das necessidades de materiais realizado no sistema MRP evoluiu, passando a analisar a capacidade dos recursos envolvidos, dando assim origem ao sistema MRP II. Visando a diversificação de produtos vendidos, as empresas fornecedoras de sistemas desenvolveram módulos adicionais, que ultrapassavam a fronteira de decisões na produção, mas, que de forma integrada permitia a gestão dos processos da organização de modo consolidado.

A seguir serão apresentados os principais módulos do ERP, destacados por Corrêa *et al* (2008):

***Previsões/Análises de Venda*:** este módulo fornece uma série de modelos matemáticos que permitem uma previsibilidade da demanda futura, sendo entrada para diversas decisões a serem tomadas.

***Listas de Materiais*:** a função deste módulo é apresentar os componentes contidos no produto.

***MPS (Master production scheduling) e RCCP (Rought cut capacity planning)*:** este módulo disponibiliza os dados de entrada para o MRP, mediante a elaboração do plano de produção de produtos finais.

***MRP (Material resource planning)*:** possui a função de gerar um plano viável de produção e compras, mediante o cálculo das necessidades de materiais, de modo a atender as necessidades da estrutura do produto.

***CRP (Capacity requeriments planning)*:** possui a função de identificar excessos de capacidade ou ociosidade nos postos de trabalho, através da análise das informações referentes aos roteiros produtivos, tempos de ciclo e centros produtivos, por exemplo.

***Compras*:** a função do módulo de compras é viabilizar o suprimento na empresa, através do controle das ordens de compra, definindo as programações de entrega, abertura de ordens, emissão e acompanhamento dos pedidos e fechamento das ordens de compra.

***SFC (Shop floor control*):** este módulo é responsável pela operacionalização dos planos de produção, preocupando-se com o sequenciamento das ordens produtivas e pelo acompanhamento e controle da produção.

***Controle de Estoques*:** a função deste módulo é realizar a gestão do estoque, no qual são verificadas as transferências, giro de estoque, ponto de pedido, etc.

***Engenharia*:** este módulo visa auxiliar a engenharia de produto, subsidiando informações a respeito do projeto do produto, e a engenharia de processo, qual descreve a forma de fazer o produto, ou seja, as etapas que devem ser seguidas para a conclusão de um determinado produto.

***Distribuição Física*:** este módulo, conhecido pela sigla DRP, possui a finalidade de gerir os itens de demanda independente, ao contrário do MRP, que possui a função de gerir os itens de demanda dependente.

***Gerenciamento de Transportes*:** como o próprio nome diz, este módulo possui a função de auxiliar a tomada de decisões no transporte de materiais.

***Gerenciamento de Projetos*:** módulo com maior aplicabilidade para as empresas que possuem os sistemas produtivos por projetos, no qual cada produto possui características únicas.

***Apoio a Produção Repetitiva*:** Empresas que possuem os sistemas produtivos repetitivos, no qual os produtos são feitos em larga escala, e possuem características padronizadas, utilizam este módulo com maior aplicabilidade.

***Apoio a Gestão de Produção em Processos*:** este módulo é utilizado em empresas que possuem os sistemas produtivos contínuos, no qual os produtos são feitos não são diferenciados individualmente, sendo o foco nos processos, de modo que a produção não seja interrompida.

***Apoio à Programação com Capacidade Finita de Produção Discreta*:** função auxilia no sequenciamento das ordens produtivas, priorizando os resultados esperados pela organização.

***Configuração de Produtos*:** este módulo possui a finalidade de disponibilizar as estruturas do produto.

***Contabilidade Geral*:** possui a função habitual da contabilidade, abrangendo as necessidades principais. Ex: contabilidade de custos, contabilidade gerencial, orçamento, contas a pagar e a receber, faturamento, etc.

***Custos*:** este módulo analisa os custos inerentes a produção, permitindo, por exemplo, a análise de Pareto.



VOCÊ SABIA?

Que Vilfredo Pareto em 1897 realizou um estudo de distribuição de renda que até os dias atuais é utilizado para diversas analises? Saiba mais em http://pt.wikipedia.org/wiki/Vilfredo_Pareto

***Contas a Pagar*:** Auxilia no controle dos pagamentos a serem realizados pela empresa

***Contas a Receber*:** Faz o controle dos pagamentos a serem recebidos pela empresa, informando a análise de crédito dos clientes, descontos, prazos, etc.

***Faturamento*:** A finalidade deste módulo é emitir e controlar a emissão de faturas, bem como auxilia as receitas fiscais em função das vendas de produtos.

***Recebimento Fiscal*:** Sua função é auxiliar as transações fiscais em função de recebimento de materiais.

***Contabilidade Fiscal*:** Monitora o cumprimento dos requisitos legais da empresa.

***Gestão de Caixa*:** A sua função é contribuir para o gerenciamento de fluxo de caixa da empresa.

***Gestão de Ativos*:** Sua finalidade de auxiliar o controle dos ativos da organização.

***Gestão de Pedidos*:** Permite a gestão dos pedidos realizados pelo cliente.

***Workflow*:** Módulo de auxilio a tomada de decisões, é apresentar o mapeamento dos processos administrativos da organização, de modo que o fluxo lógico de ações seja realizado.

***Pessoal*:** Módulo de gerenciamento das informações dos funcionários, definindo centro de custo, folgas, férias, banco de currículos, treinamentos, desempenho, etc.

***Folha de Pagamentos*:** complementando o módulo de pessoal, tem a função de gerir o pagamento dos salários dos funcionários da organização, bem como 13º.

Todos os módulos descritos anteriormente estão integrados, de modo que as informações não possuam duplicidade, sendo assim, por exemplo, um determinado setor ao tomar uma decisão provavelmente irá consultar no sistema ERP algumas informações que porventura tenham sido disponibilizadas por outros setores. A grande diferença é que estas informações são acessadas em tempo real, e são compartilhadas com toda a organização. A figura 3.1 demonstra a relação entre os diversos módulos do ERP.

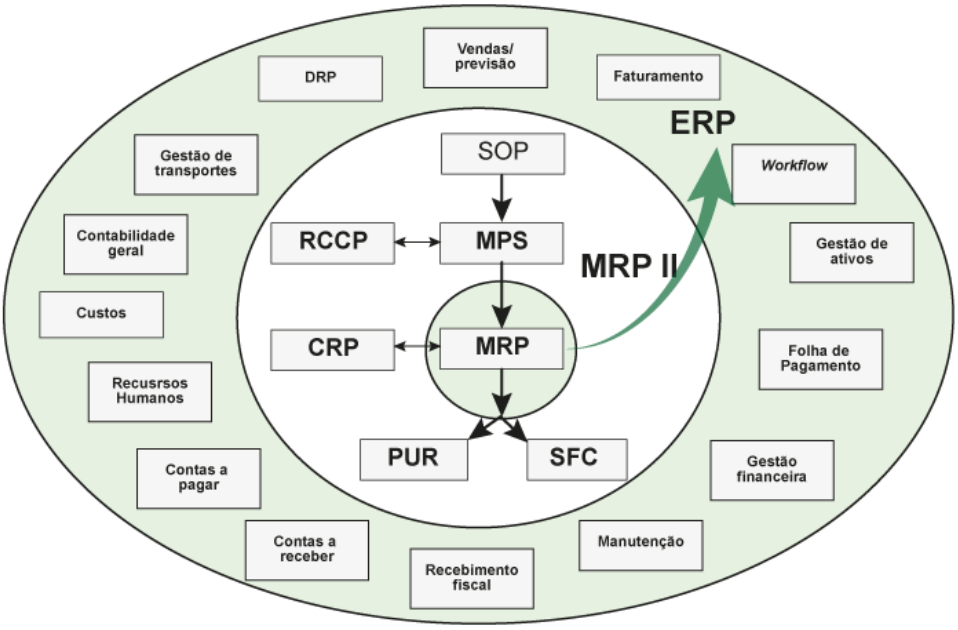


Figura 3.1 – Estrutura Conceitual dos Sistemas ERP, e sua evolução desde o MRP (fonte: Corrêa et al. 2008)

RECAPITULANDO

Você já está praticamente na metade do curso, até aqui entendemos que o ERP é uma evolução do MRP II, que por sua vez complementa o MRP. Agora você já sabe que o ERP é um sistema integrado de gestão, que permite um melhor gerenciamento dos processos da organização.

Capitulo 4

EDI (*ELETRONIC DATA INTERCHANGE*)

O EDI (*Eletronic Data Interchange*), intercâmbio eletrônico de dados, é uma tecnologia crucial para o relacionamento entre diferentes empresas na cadeia de suprimentos. O EDI promove a eliminação de algumas tarefas inerentes ao processo de relacionamento, através da integração dos diferentes elos de uma cadeia de suprimentos, tornando as parcerias entre diferentes organizações algo com maior consolidação e menores custos.

Segundo a ECR BRASIL (1998, pg. 23):

> O EDI é uma troca automatizada, computador a computador, de informações de negócios estruturadas, entre uma empresa e seus parceiros comerciais de acordo com um padrão reconhecido internacionalmente.

O EDI é responsável pelo fluxo de informações dentro de uma determinada cadeia de suprimentos. Segundo Coronado (2007), atualmente os gestores estão buscando um melhor gerenciamento das informações, com intuito de assegurar o atendimento do consumidor final. A figura 4.1, apresenta o fluxo de informações dentro da cadeia de suprimentos.

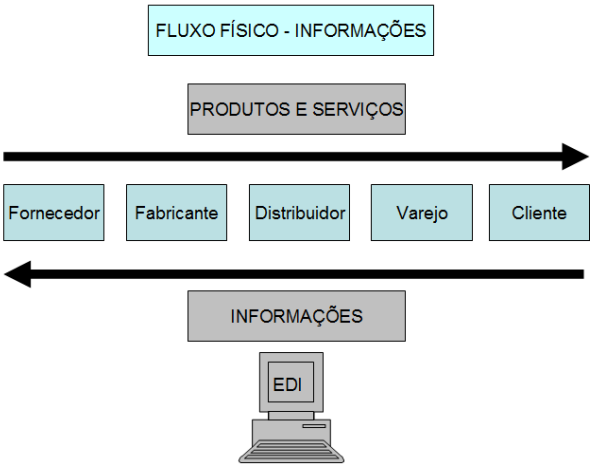


Figura 4.1: Fluxo físico – informações. (fonte: Coronado 2007)

De acordo com Coronado (2007), os sistemas que permitem o bom relacionamento entre parceiros na cadeia de suprimentos estão listados abaixo:

- Automação;
- Identificação por código de barras;
- *Radio Frequency Identification Data* (RFID)
- Comércio eletrônico.

Você já conseguiu identificar as vantagens obtidas com a aplicação do EDI?

O comércio eletrônico, que aplica o conceito preconizado pelo EDI, possui a finalidade de possibilitar uma troca rápida de informações entre clientes e fornecedores, através computadores. Segundo Coronado (2007), o comércio eletrônico pode ser dividido em duas partes, o chamado *B2B* (*Business to Business*) e o *B2C* (*Business to Consumer*), conforme exposto na figura 4.2.

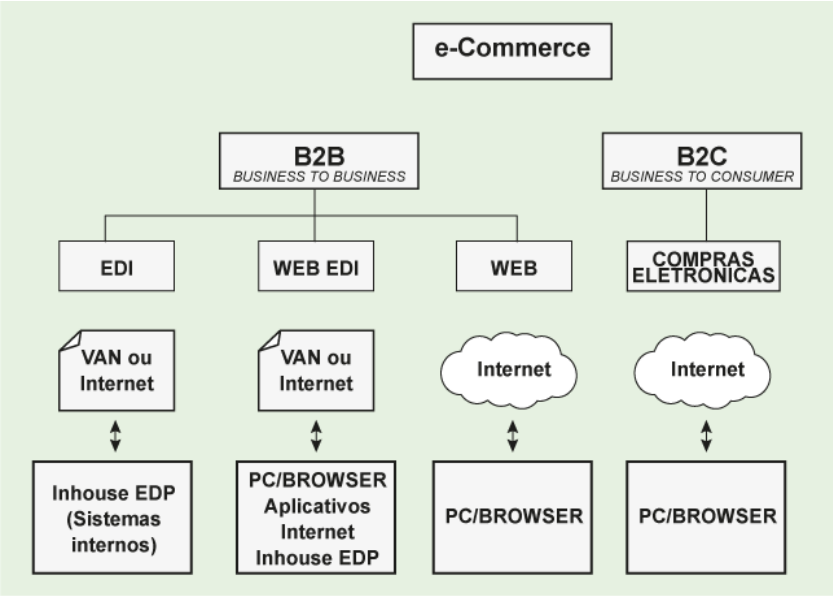


Figura 4.2: Classificação. (fonte: Coronado 2007)

Segundo Coronado (2007), o EDI adiciona valor ao relacionamento entre os elos de uma cadeia de suprimentos, qual se torna um elemento importante para o ECR, como resposta rápida ao cliente. A figura 4.3 apresenta o processamento eletrônico do EDI.

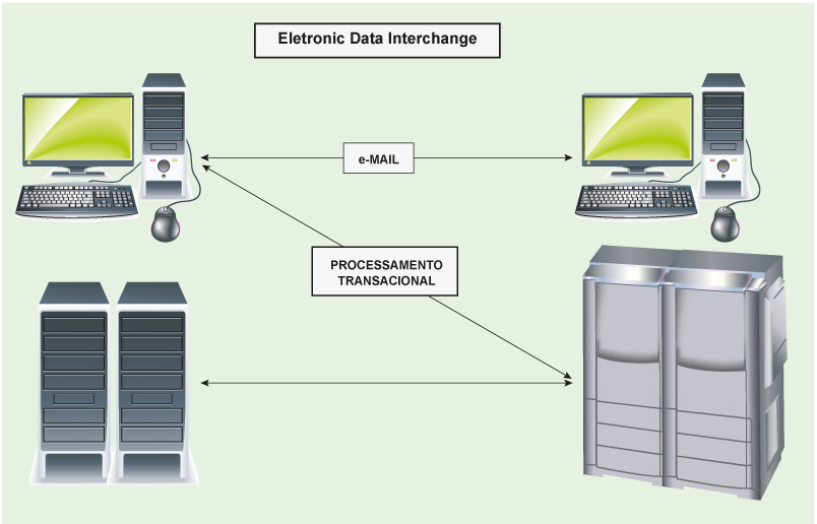


Figura 4.3: Processamento eletrônico do EDI. (fonte: Coronado 2007)

Existem alguns aspectos motivadores que impulsionam as organizações a implantarem o EDI, Coronado (2007), cita alguns, a saber:

- Demanda de mercado;
- Redução de custos administrativos e operacionais;
- Redução do nível de estoques;
- Redução de saldos;
- Redução de itens faltantes;
- Aumento de vendas;
- Redução de devoluções;
- Fortalecimento de parcerias comerciais;
- Diminuição de digitação e conferências;
- Agilização do recebimento de mercadorias;
- Valorização dos profissionais de compras e vendas.

Agora você já sabe o que é sistema EDI! Preparado para o próximo assunto?

Capitulo 5

WMS (*WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM*)

O WMS (*Warehouse Management System*), sistema gerenciador de armazém, como o próprio nome diz possui a finalidade de gerenciar o armazém de uma organização, permitindo o bom funcionamento do mesmo.



VOCÊ SABIA?

Que uma recente descoberta arqueológica na Jordânia descobriu silos que serviam para armazenamento de alimentos fossilizados, com estimativa de 10 mil anos atrás?

Fonte: Donato (2010)

.

Podemos listar uma série de problemas enfrentados pelas organizações que não possuem um correto gerenciamento dos seus armazéns, entre os mais comuns estão:

- Perda de mercadorias em função da validade;
- Necessidade de tempos elevados para a localização das mercadorias;
- Desconhecimento das quantidades armazenadas;
- Formação excessiva de estoques;
- Falta de produtos;
- Dificuldade de localização;
- Envio de produtos errados para o cliente;
- Centralização do conhecimento;
- Etc.

Com o aumento das quantidades e variedades dos itens que as empresas costumeiramente têm que armazenar, estes problemas são potencializados, sendo necessária à utilização de uma ferramenta computacional que auxilie os processos decisórios da organização. O WMS possui a finalidade de proporcionar uma facilidade dos processos logísticos da organização, mediante a uma gestão eficaz das informações referentes ao estoque. Os principais benefícios obtidos através da implantação de um sistema de WMS são listados a seguir:

- Melhoria da acuracidade dos estoques;
- Redução dos estoques;
- Controle de validade dos lotes das mercadorias;
- Melhoria na ocupação dos espaços físicos
- Redução de tempo no inventário;
- Redução no prazo de entrega;
- Facilidade de localização das mercadorias;
- Melhoria no recebimento de mercadorias;

- Melhoria na expedição de mercadorias;

Segundo a Próton (2004), os fatores primordiais para o sucesso na implantação do WMS são:

- Cadastro correto das normas de paletização e regras de movimentação de mercadorias;
- Treinamento profundo da equipe responsável por operar o WMS e os processos físicos no armazém;
- Simulação do armazém;
- Plano de contingência;
- Correto inventário inicial;
- Projeto de logística e armazenagem.

É de grande importância o cadastro único de materiais no WMS, no qual é inaceitável duplicidade de nomes para um mesmo produto.

A grande parte dos softwares WMS permite o acesso a uma série de informações que dão subsídios a tomada de decisões, a seguir será relacionada às principais informações com um breve descritivo de sua funcionalidade:

***Mercadorias*:** efetua a consulta das mercadorias contidas no armazém, bem como as suas respectivas características físicas, lotes, validade, local de armazenamento, preço, etc.

***Locais*:** permite a verificação da capacidade e estrutura de um determinado local do armazém.

***Normas de Paletização*:** possibilita que os funcionários consultem as normas básicas de paletização definidas pela empresa em questão.

***Ocupação*:** realiza a consulta da ocupação do armazém, possibilitando a identificação de áreas livres por endereço.

***Visões Virtuais*:** permite o acesso virtual do armazém, sendo possível a visualização do mesmo através de animação 2D ou 3D (a depender da configuração do software WMS).

***Histórico de Movimentações*:** possibilita que haja rastreamento das mercadorias, permitindo que seja visto em etapa do processo logístico a mercadoria se encontra para um maior controle.

***Pedidos*:** permite que sejam consultados ou realizados pedidos de materiais ou mercadorias, que se encontram armazenados.

***Gráficos de Ocupação*:** possibilita que a ocupação das estruturas de armazenamento possam ser visualizadas através de gráficos.

***Recebimento*:** contribui no processo de recebimento através da visualização da quantidade produtos recebidos no dia, bem como a programação para os demais dias.

***Expedição*:** visualiza a quantidade de produtos a serem expedidos no dia, bem como a programação de expedição para os demais dias.

Além de disponibilizar uma série de informações, os softwares WMS fornecem uma série de relatórios para serem analisados pelos gestores. Outro fator comum nos softwares de WMS é a possibilidade de integração com as tecnologias EDI (*Eletronic Data Interchange*), ERP (*Enterprise Resources Planning*), Coletores de Dados, Código de Barras, RFID, entre outras tecnologias.

Agora você já sabe quais as potencialidades de um WMS!

Capítulo 6

CÓDIGO DE BARRAS E COLETORES

O código de barras, ver figura 6.1, é um mecanismo que permite, através da leitura óptica, ver figura 6.2, a coleta de dados. Segundo Costa (2005), o código de barras é formado por um conjunto de barras distintas separadas por espaços de forma sequencial.

VOCÊ SABIA?

O primeiro sistema para codificação automática de produtos foi patenteado por Bernard Silver e Norman Woodland? Saiba mais em (http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_de_barras)

De acordo com Costa (2005), são existentes várias especificações para o código de barras, no qual o autor lista os seguintes padrões:

- EAN;
- CodaBar;
- ITF;
- JAN;
- Post Net;
- UOC;
- Pharmacode.



Figura 6.1: Exemplo de Código de Barras (fonte: SENAI Cimatec)



Figura 6.2: Exemplo de Leitores Ópticos (fonte: http://www.fsautomacao.com.br/loja-virtual/3800g.html)

Segundo Coronado (2007), em 1973 foi criado nos Estados Unidos da América (E.U.A) o UCC, Conselho de Códigos Uniformes, com intuito de minimizar os erros através da padronização da linguagem comercial.

O sistema de identificação por código de barras possibilita, segundo Coronado (2007), a transmissão de informações entre diferentes empresas, diferentes mercados em qualquer local do mundo.

Rezende (2009), afirma que os códigos de barras são:

> [...] são compostos por um conjunto de barras e espaços contêm uma área livre em torno da representação, que é denominada “zona de silêncio” e sua altura é determinada conforme o tipo de equipamento de impressão e do equipamento de leitura óptica a ser utilizado.

VOCÊ SABIA?

Em 1983 foi criada a EAN BRASIL, com intuito de administrar a numeração do código de barras!

Os códigos de barras usualmente são impressos em embalagens de diferentes produtos, com intuito de tornar única a identificação do produto em questão, em qualquer elo da cadeia de suprimentos. As informações coletadas através da leitura óptica dos códigos de barras, normalmente são: lote e data de fabricação, prazo de validade, preço, tributos, descrição do produto, etc. Segundo Rezende (2009) e Coronado (2007), a aplicação do código de barras pode se dar em diferentes setores industriais e elos da cadeia de suprimentos.

Coronado (2007) e Rezende (2009) listam alguns benefícios inerentes à aplicação do código de barras pelas empresas:

- Eficiência operacional e logística;
- Controle dos processos;
- Controle dos estoques;
- Redução de custos;
- Velocidade no recebimento e expedição;
- Informações em tempo real;
- Fortalecimento das parcerias entre diferentes elos da cadeia de suprimentos;
- Eliminação de erros de digitação;
- Otimização da gestão de preços;
- Gestão de estoques em tempo real;
- Resposta rápida a mudança de hábitos de consumo;
- Velocidade de entrada de dados.

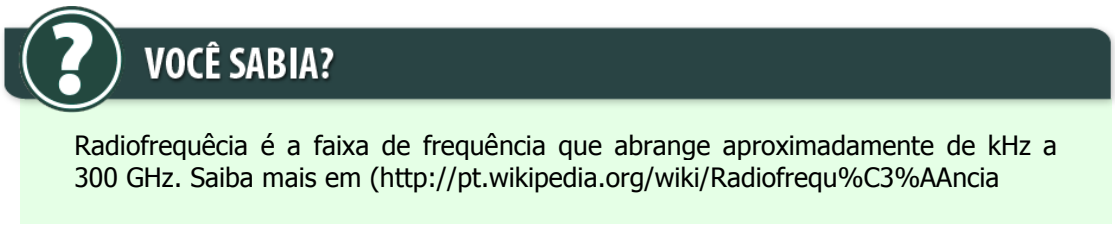
Capítulo 7

RÁDIO FREQUÊNCIA – RFID (*RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION DATA*)

As conexões sem fio já são uma realidade em nosso cotidiano há algum tempo, através dos controles remotos para televisores, aparelhos de som, DVD, entre outros, que se utilizam de conexões através de raios infravermelhos.

A RFID seria uma espécie de ramificação desta tecnologia, sendo comumente conhecida por “etiqueta inteligente”, que possibilita o acompanhamento de um produto, em tempo real, por toda a cadeia de suprimentos, proporcionando altíssimos ganhos de produtividade operacional e garantindo a segurança na manipulação e comercialização dos produtos (SANTANA, 2005).

RFID é a denominação dada a Radio Frequency Identification ou Identificação por Rádio-Frequência. Essa tecnologia de compartilhamento de informações em tempo real é composta de equipamentos (como leitores, antenas) e tags (etiquetas) que se comunicam através da radio frequência, enviando informações através de um software para o usuário final (CORONADO, 2007). Enquanto a tecnologia de código de barras utiliza-se do feixe de luz para a captura dos dados, essa tecnologia utiliza a freqüência de rádio.



Aplicações da RFID e principais vantagens

De acordo com Coronado (2007), a tecnologia de identificação de dados por radiofreqüência (RFID) teve sua origem em 1935 a partir de um dispositivo utilizado para identificar aviões aliados e inimigos, durante o período da guerra, possuindo hoje diversas aplicações. O mesmo autor apresenta algumas aplicações interessantes para o sistema, como se observa a seguir.

Na pecuária, algumas fazendas brasileiras já identificam o gado de corte com etiquetas eletrônicas, compostas por um chip, que armazena informações do animal, como vacinação, peso, alimentação e dados da genética do animal. O mesmo autor também destaca que no esporte a utilização desse tipo de tecnologia está cada vez mais difundido, a exemplo dos atletas que disputam provas com chips de identificação

que possibilitam verificar o exato momento em que trespassam a linha de chegada. Também é possível observar a utilização desses dispositivos em pedágios sem parar, em que o carro, possuindo o dispositivo que emite ondas de rádio, tem seu acesso liberado pela cancela automaticamente, de modo que os computadores do sem parar fazem a cobrança do pedágio posteriormente.

Santana (2005) destaca que o surgimento dessa tecnologia se deu

> Inicialmente como solução para sistemas de rastreamento e controle de acesso na década de 80 quando o MIT (Massachusetts Institute of Technology), juntamente com outros centros de pesquisa, iniciou o estudo de uma arquitetura que utilizasse os recursos das tecnologias baseadas em radiofreqüência para servir como modelo de referência ao desenvolvimento de novas aplicações de rastreamento e localização de produtos.

A mesma autora traz, ainda, que esta nova tecnologia prevê uma mudança radical na operação do varejo mundial, de modo que a indústria varejista será beneficiada, com o uso desta tecnologia de diversas maneiras, ocasionando principalmente a redução dos custos. Adverte, porém, que o seu uso não se restringe apenas a aplicações na indústria varejista, de modo que esta tecnologia já tem sido utilizada em outras áreas como saúde, monitoramento de crianças nas escolas, passaportes, etc., atendendo setores em que os códigos de barras já não dão suporte às necessidades de automação, de modo que:

> A utilização da tecnologia RFID é bastante ampla, especialmente na área de logística e retaguarda, em carretas ou mesmo caixas de despacho de produtos e, em breve, também na interface com o consumidor, especialmente nas áreas de vendas. Esta tecnologia deverá conviver por muito tempo com os códigos de barras (SANTANA, 2005).

Os benefícios trazidos pelas soluções que empregam a tecnologia RFID podem ser observados, principalmente, através da melhoria de controle da mobilidade de bens, e automação de processos, aumento da produtividade e da integridade da informação, reduzindo a possibilidade de erros durante os processos logísticos empregados nas indústrias, evitando retrabalhos e fraudes e gerando maior facilidade para o trabalho e menor dispêndio de tempo na localização de bens, por exemplo.

As empresas que se utilizam dessa tecnologia tendem a melhorar a integração com seus fornecedores e clientes, melhorar a prestação de serviços, o controle e eficiência dos processos relacionados, por exemplo, ao recebimento e inventários de materiais e equipamentos; operação e expedição de produtos e serviços; rastreamento de bens, materiais ou colaboradores, dentre outros.

Funcionamento

RFID é um termo genérico para as tecnologias que usam as ondas de rádio para identificar automaticamente pessoas ou objetos. Diversos podem ser os métodos de identificação, sendo o mais comum o de armazenar um número de série que identifique uma pessoa ou um objeto, ou outra informação, em um microchip. Deste modo, é possível a captura automática de dados, para identificação de objetos com os dispositivos eletrônicos, conhecidos como *tag* ou *transponder*, que emitem sinais de radiofreqüência para leitores ou antenas, que captam estas informações (SANTANA, 2005).

As etiquetas inteligentes são capazes de armazenar dados enviados por transmissores. Elas respondem a sinais de rádio de um transmissor e enviam de volta informações quanto a sua localização e identificação. Santana (2005) descreve da seguinte forma o funcionamento d sistema:

> O microchip envia sinais para as antenas, que capturam os dados e os retransmitem para leitoras especiais, passando em seguida por uma filtragem de informações, comunicando-se com os diferentes sistemas da empresa, tais como sistema de gestão, sistema de relacionamentos com clientes, sistemas de suprimentos, sistema de identificação eletrônica de animais, entre outros. Esses sistemas conseguem localizar em tempo real os estoques e mercadorias, as informações de preço, o prazo de validade, o lote, enfim, uma gama de informações que diminuem o processamento dos dados sobre os produtos quando encontrados na linha de produção.

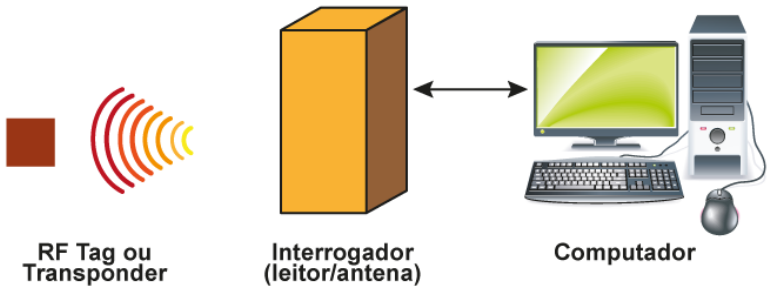


Figura 7.1: Esquemática do Sistema Básico de RFID.
(Fonte: http://www.hightechaid.com/tech/rfid/rfid_technology.htm apud Santana (2005)).

Componentes do sistema

De acordo com Santana (2005), os sistemas de RFID possuem basicamente três componentes principais: antena, transceiver (com decodificador) e transponder (normalmente chamado de RF Tag, que é composto por uma antena e um chip eletronicamente programado com uma determinada informação).



Figura 7.2: Exemplo de transponders (Fonte: http://www.123rf.com/photo_700445_stock-pictures-of-several-types-of-rfid-tags-and-transponders.html)



Figura 7.3: Exemplo de transponders (Fonte: http://www.hightechaid.com/tech/rfid/rfid_technology.htm)

Capítulo 8

ROTEIRIZADORES

Uma das principais atividades gerenciadas pela logística são o transporte e a distribuição física de materiais, no qual, de acordo com Carvalho (2006), 60% do transporte de cargas no Brasil é realizado através do modal rodoviário. Tendo em vista a busca pela minimização dos custos logísticos e a melhoria no transporte, as organizações vêm buscando ferramentas que auxiliem as analises das variáveis de modo que sejam tomadas decisões inerentes às definições das melhores rotas de transporte.

As principais variáveis inerentes ao processo decisório na definição das rotas de transporte são:

- Quantidade de clientes;
- Produtos diferenciados em termos de cubagem, peso e densidade;
- Áreas geográficas;
- Restrições de entrega ou coleta;
- Variação de dias ou horários para entrega ou coleta;
- Veículos com capacidades diferentes;
- Integração com terceiros;
- Retorno de veículo com carga;
- Etc.

Devido ao elevado número de variáveis, e a dinamicidade das mesmas, torna-se necessário à utilização de ferramentas computacionais que auxiliem os processos decisórios. O processamento dessas variáveis demanda tempo e dinheiro. A redução de custos e as melhorias no desempenho das entregas são benefícios que podem ser obtidos com o uso de softwares especializados, como o sistema de otimização de rotas ou roteirizador.

O roteirizador é uma tecnologia computacional, conforme exposto na figura 8.1, que realiza cálculos complexos para a definição de rotas, possibilitando análises rápidas e precisas com intuito de realizar um melhor aproveitamento dos recursos inerentes ao processo de transporte e distribuição física de materiais.

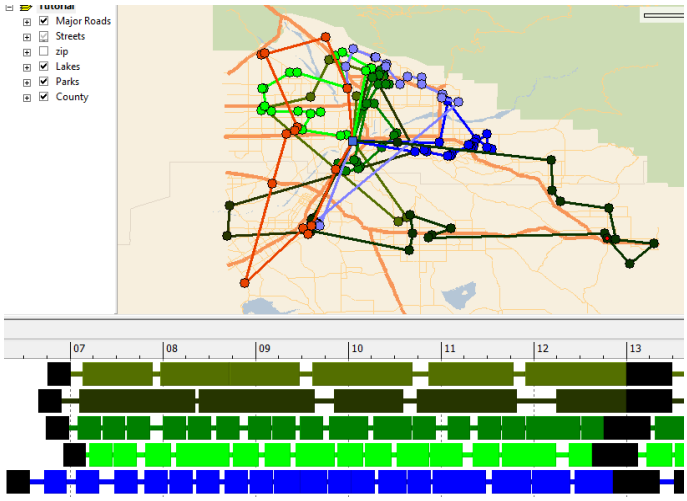


Figura 8.1 Software Arc Logistics (Fonte: Elaborado pelo Autor)

As principais características de um roteirizador são:

- Apresentam um ambiente amigável e intuitivo, valendo-se de uma série de recursos gráficos que incluem os mapas detalhados da região de atuação e das facilidades operacionais do ambiente Windows.
- Proporcionam ao usuário a visualização de sua estratégia de vendas e a maioria integra-se facilmente ao sistema corporativo.
- Podem apresentar na tela a posição dos veículos em rota comparada à planejado, desde que conectados a um sistema GPS.

Os roteirizadores desempenham um papel bem definido na cadeia de suprimentos, não apenas otimizando as rotas e reduzindo substancialmente os custos, como também por serem uma poderosa ferramenta de análise e simulação de estratégias de distribuição.

Com o uso de roteirizadores, o processo de distribuição obtém as seguintes vantagens:

- Maior controle da frota/expedição
- Otimização dos recursos
- Redução de custos
- Auxilia no planejamento estratégico
- Melhoria da dinâmica da cadeia logística
- Redução de quilometragem percorrida

Capítulo 9

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE EVENTOS DISCRETOS

Podemos definir de forma pragmática o processo de modelagem e simulação como sendo uma experimentação computacional em que usamos modelos de um sistema real ou idealizado para o estudo de problemas reais de natureza complexa, com o objetivo de testar diferentes alternativas operacionais a fim de encontrar e propor melhores formas de operação que visem à otimização do sistema como um todo.

As atividades do processo de modelagem e simulação podem ser resumidas conforme esquema mostrado na figura 9.1, onde se observa inicialmente a etapa da construção do modelo, passando pela transformação de modelo conceitual em modelo computacional e chegando aos testes experimentais (simulação propriamente dita) para a busca das melhores ou da melhor alternativa.



Figura 9.1: Etapas de Construção de um Modelo de Simulação. (Fonte: SENAI Cimatec)

Construção do Modelo

Construir um modelo que melhor represente o funcionamento do problema em estudo é, sem dúvida, uma das principais etapas do processo de simulação, pois exige necessariamente um conhecimento minucioso do cenário ou arranjo estudado. A etapa de modelagem é caracterizada por uma mistura de doses de empirismo com outras doses de técnicas, mesmo quando se dispõe de ferramentas computacionais muito poderosas, pois nenhum software pode superar o poder criativo, mas sim, potencializá-lo. Como foi verificado na figura 9.1, o modelo nasce com uma natureza lógica, através de esquemas e representações gráficas. A partir daí, com o aporte tecnológico dado pela ferramenta computacional (programa de modelagem e simulação), o modelo lógico é transformado em um modelo computacional.

Modelagem Computacional

Na modelagem computacional utiliza-se uma série de ações coordenadamente planejadas para transformar o modelo lógico em um modelo operacional. Tais ações, fundamentais no processo de modelagem e simulação, podem ser descritas como:

- Coleta de dados e sua modelagem estatística;
- Programação, utilizando um *software* apropriado à natureza do problema;
- Verificação e validação.

Desse modo uma operação ou sistema é traduzido em termos de regras, ações e tempos de processo.

Experimentação

Após a construção e validação do modelo computacional, volta-se à fase experimental, quando várias alternativas propostas serão consideradas e testadas. É exatamente nessa fase que ocorrem as simulações, nas quais se podem fazer análises, a fim de avaliar o efeito de possíveis alterações antes que elas ocorram de fato. Está aí caracterizado o ponto focal desse processo: testar várias soluções para um determinado problema antes que as mesmas sejam implementadas. Isso implica em uma otimização significativa de recursos, uma vez que esses só serão investidos em propostas exaustivamente testadas e que comprovadamente tenham o retorno esperado.

Nos *softwares* de modelagem e simulação o processo de experimentação está lastreado por análises estatísticas consistentes. Logo, permitirá que possamos sugerir as melhores alternativas ou recomendações que se façam necessárias, utilizando o modelo de simulação, que representa o modelo real, buscando otimizá-lo ao máximo.

Ferramentas Computacionais

Segundo Chwif e Medina (2010), os modernos softwares de 4ª geração reduzem o tempo de projeto gasto na programação e depuração do modelo, permitindo uma maior disponibilidade para as atividades de análise do processo, trabalho que realmente agrega valor à decisão. A facilidade de utilização possibilita o emprego dessas ferramentas por diferentes tipos de profissionais, ao contrário do que ocorria há algum tempo, quando apenas programadores experientes se predispunham àquela árdua tarefa. A figura 9.2 ilustra a evolução dos projetos de modelagem e simulação computacional, em que se confirma à tendência da redução dos esforços com programação/depuração, em favor da maior disponibilidade para análise.

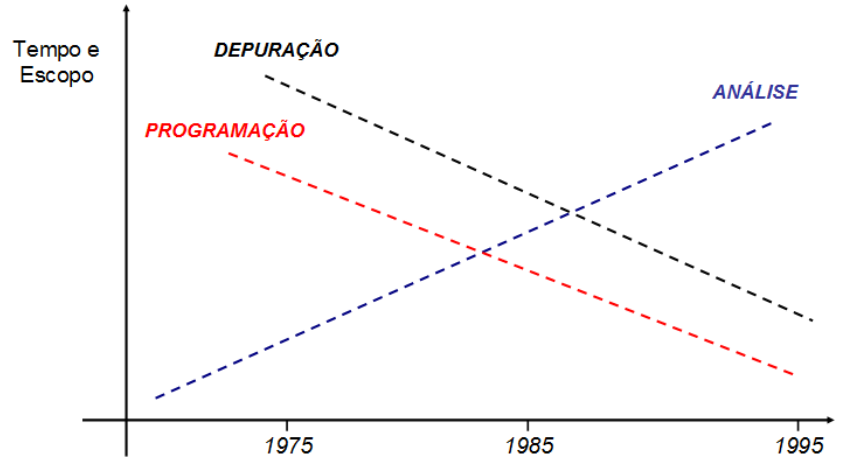


Figura 9.2: Evolução dos Projetos de Simulação (Fonte: Adaptado de Chwif e Medina 2010).

Exemplo de Aplicação da Modelagem e Simulação Computacional

Com intuito de facilitar o entendimento das potencialidades oferecidas através da utilização de ferramentas computacionais para análise de processos complexos, será apresentado um processo produtivo ao qual serão propostas melhorias através da simulação computacional utilizando, mais uma vez, o software WITNESS.

Consideremos uma linha produtiva (ver figura 9.3) que agrega valor a dois produtos distintos, o produto AX e o produto BX. A linha é constituída de 4 (quatro) estágios de trabalho (P1, P2, P3 e P4). Tanto o produto AX quanto o BX são processados individualmente no estágio de trabalho P1, sendo que os itens são inseridos na linha produtiva de forma alternada, ou seja, primeiro um item AX e depois um BX, assim sucessivamente. O tempo de ciclo do estágio de trabalho P1 é de 3 minutos, independentemente do produto. Após finalizar o processamento, o estágio de trabalho P1 encaminha a peça AX para o estágio P2 e a peça BX para o estágio P3. O estágio de trabalho P2 leva 7 minutos para processar cada peça AX, e assim que finaliza o processo direciona as peças para o estágio de trabalho P4. Já o estágio de trabalho P3 possui um tempo de ciclo de 4 minutos para processar cada peça BX, e quando finaliza o processo também transfere a peça para o estágio de trabalho P4. Por fim, o eságio de trabalho P4 tem um tempo de ciclo de 4 minutos e processa individualmente tanto peças AX quanto BX, dando prioridade à peça que chegar primeiro no estágio. (caso haja empate, a peça que entrou primeiro no posto de trabalho P1 terá prioridade).

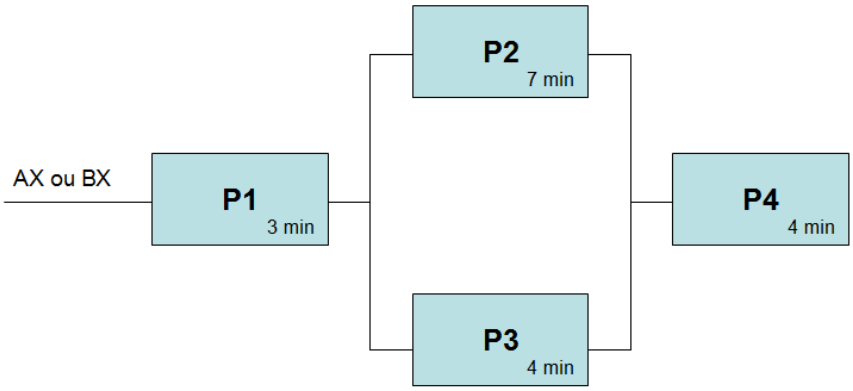


Figura 9.3: Processo Produtivo. (Fonte: Elaborado pelo Autor).

Pode-se observar que o processo apresenta certo grau de complexidade, o que dificulta a análise e, por sua vez, a tomada de decisão. Como é de interesse do gestor conhecer as características o processo produtivo, é comum que algumas questão relativas ao processo sejam levantadas, como por exemplo:

1. Quantas peças AX e quantas peças BX serão produzidas em 1 (um) mês, levando em consideração que a empresa trabalha com jornadas de 8 (oito) horas por dia durante 5 (cinco) dias por semana?
2. Qual o nível de ociosidade, ocupação e bloqueio dos postos de trabalho?

3. Que modificações no processo podem ser realizadas, de modo que se obtenha uma maior capacidade produtiva, sem que o número de estágios de trabalho seja alterado?

Tais questionamentos não permitem que os gestores admitam respostas imediatas, devido à necessidade de uma análise detalhada do processo, o que consome tempo e recursos. Sendo a velocidade na tomada de certas decisões estratégicas, um dos objetivos que este artigo destaca, apresenta-se, aqui, a construção de um modelo computacional em que os questionamentos realizados são respondidos de forma precisa e imediata.

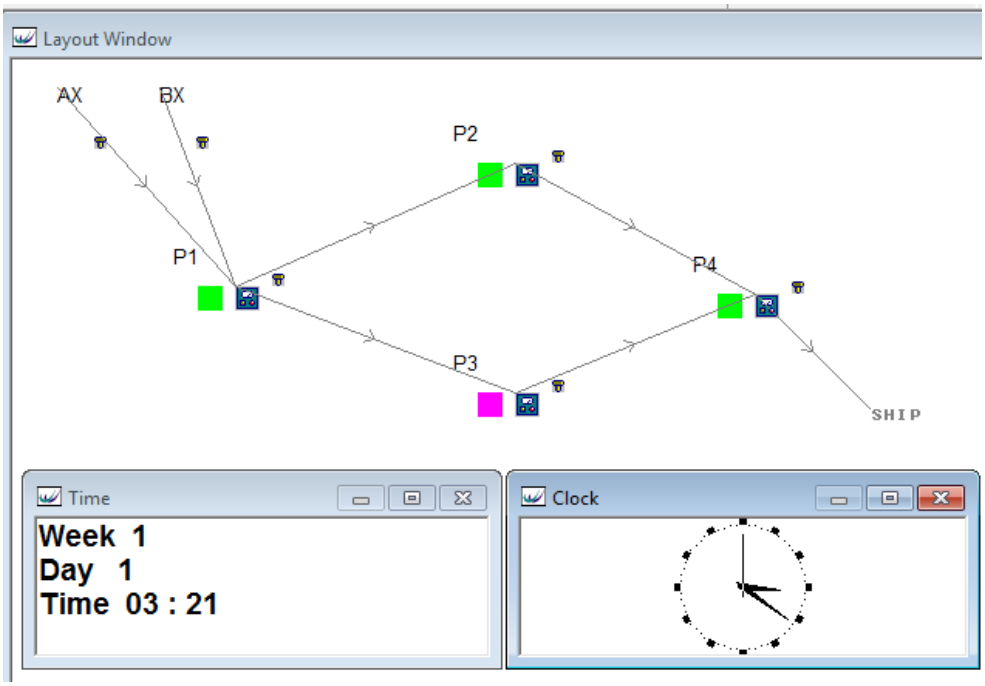


Figura 9.4: Processo Produtivo Modelado no Software Witness. (Fonte: Elaborado pelo Autor).

A figura 9.4 ilustra o processo produtivo modelado através do software Witness. Na figura 9.5, é apresentado o relatório gerado pelo software, referente às estatísticas das peças, onde é possível visualizar que 1113 peças do tipo AX e 1112 do tipo BX deram entrada no sistema, no qual houve a produção efetiva de 1111 peças AX e 1110 peças BX. Ainda neste relatório podem-se verificar outras informações, como material em processo (*work in process*) e *lead time* médio.

WITNESS

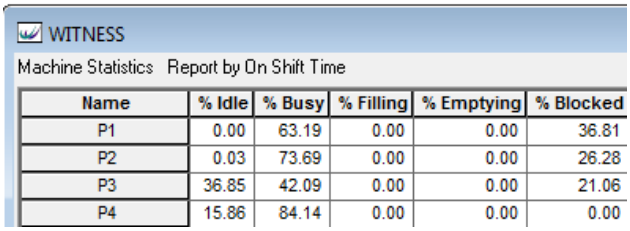
Part Statistics Report by On Shift Time

Name	No. Entered	No. Shipped	No. Scrapped	No. Assembled	No. Rejected	W.I.P.	Avg W.I.P.	Avg Time
AX	1113	1111	0	0	0	2	2.05	19.47
BX	1112	1110	0	0	0	2	1.42	13.49

Figura 9.5: Relatório Estatístico de Peças Gerado no Software Witness. (Fonte: Elaborado pelo Autor).

Na segunda parte do relatório (figura 10.6) são disponibilizadas informações referentes aos estágios de trabalho, onde é possível observar ociosidade (*idle*), ocupação (*busy*)

e bloqueio (*blocked*) dos estágios de trabalho. Vale ressaltar que estas informações são de grande importância para a análise de processos produtivos e para a tomada de decisão, quando é possível identificar os gargalos produtivos, bem como nortear o processo decisório.



WITNESS

Machine Statistics Report by On Shift Time

Name	% Idle	% Busy	% Filling	% Emptying	% Blocked
P1	0.00	63.19	0.00	0.00	36.81
P2	0.03	73.69	0.00	0.00	26.28
P3	36.85	42.09	0.00	0.00	21.06
P4	15.86	84.14	0.00	0.00	0.00

Figura 9.6: Relatório Estatístico dos Postos de Trabalho Gerado no Software Witness. (Fonte: Elaborado pelo Autor).

Os relatórios mostrados nas figuras 9.5 e 9.6, respondem aos questionamentos 1 e 2, colocados no inicio desta seção. Para responder ao terceiro questionamento, expansão da capacidade é necessário que sejam realizadas simulações voltadas para a ampliação da produção do processo em questão. Para tanto foram inseridos estoques intermediários (w.i.p.). O principal fator motivador para a inserção de estoques intermediários foi o alto índice de bloqueio entre os estágios de trabalho, em que o objetivo é reverter esses bloqueios em produtividade. Inicialmente foram inseridos estoques intermediários com capacidade de 10 peças, conforme apresentado na figura 9.7. Nas figuras 9.8 e 9.9 pode-se verificar os resultados desta simulação, refletidos em relatórios gerados pelo software.

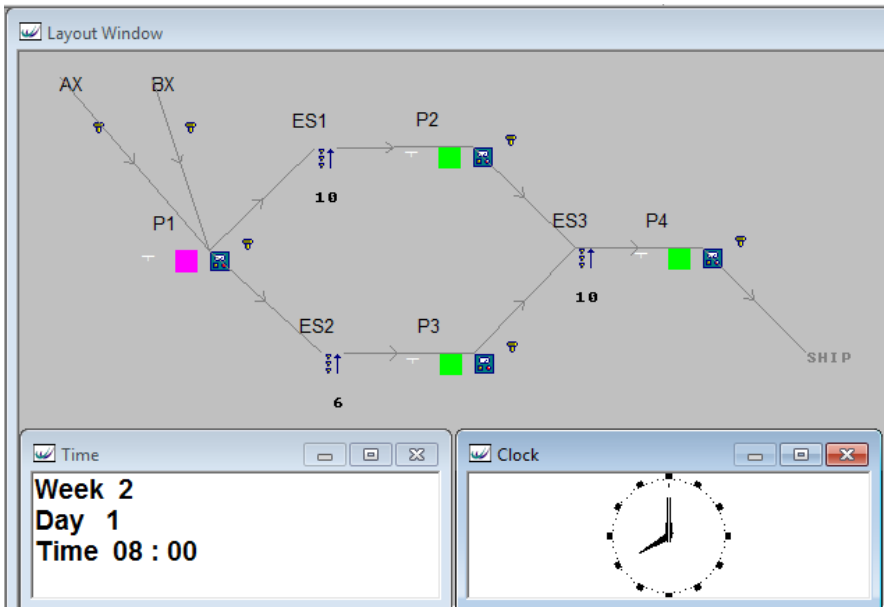
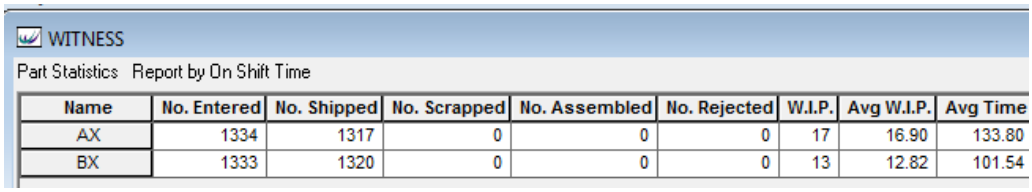


Figura 9.7: Processo Produtivo Modelado com Estoques em Processo no Software Witness.(Fonte: Elaborado pelo Autor).

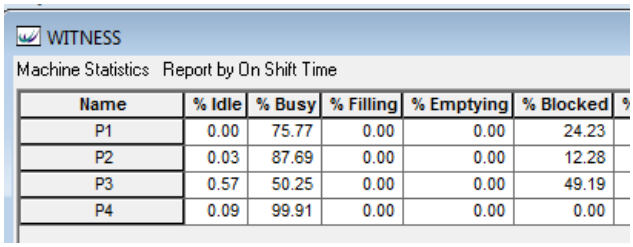


WITNESS

Part Statistics Report by On Shift Time

Name	No. Entered	No. Shipped	No. Scrapped	No. Assembled	No. Rejected	W.I.P.	Avg W.I.P.	Avg Time
AX	1334	1317	0	0	0	17	16.90	133.80
BX	1333	1320	0	0	0	13	12.82	101.54

Figura 9.8: Relatório Estatístico de Peças Gerado no Software Witness com a Inserção de Estoques em Processo. (Fonte: Elaborado pelo Autor).



WITNESS

Machine Statistics Report by On Shift Time

Name	% Idle	% Busy	% Filling	% Emptying	% Blocked	%
P1	0.00	75.77	0.00	0.00	24.23	
P2	0.03	87.69	0.00	0.00	12.28	
P3	0.57	50.25	0.00	0.00	49.19	
P4	0.09	99.91	0.00	0.00	0.00	

Figura 9.9: Relatório Estatístico dos Postos de Trabalho com Estoques em Processo Gerado no Software Witness. (Fonte: Elaborado pelo Autor).

O relatório apresentado na figura 10.8 mostra, através da análise comparativa entre os relatórios gerados, um crescimento de 206 peças na produção de AX e de 210 peças na produção de BX, representando um incremento de produção da ordem de 19%. Tal incremento produtivo se deu pelo fato de parte das taxas de bloqueio ter sido revertida em produção. Nas tabelas 9.1 e 9.2 são comparados os desempenhos dos modelos computacionais construídos, respectivamente, antes e depois do emprego de estoques intermediários.

TABELA 9.1: Comparação da Produção entre Modelos

Peça	Produção sem Estoques em Processo	Produção com Estoques em Processo
AX	1.111 unidades	1.317 unidades
BX	1.110 unidades	1.320 unidades

Fonte: Elaborado pelo Autor

TABELA 9.2: Comparação do Desempenho entre Modelos

Posto	% de Ocupação (sem estoques)	% de Ocupação (com estoques)	% de Bloqueio (sem estoques)	% de Bloqueio (com estoques)
P1	63.19 %	75.77 %	36.81 %	24.23 %
P2	73.69 %	87.69 %	26.28 %	12.28 %
P3	42.09 %	50.25 %	21.06 %	49.19 %
P4	84.14 %	99.91 %	0.00 %	0.00 %

Fonte: Elaborado pelo Autor

Percebe-se, com o exemplo, a praticidade e rapidez com que processos decisórios, podem ser melhorados, gerando resultados interessantes para as organizações sem impactar no andamento do processo produtivo, pois os cenários são testados em ambientes computacionais o que não interfere no sistema real.

Deve-se destacar que a introdução de estoques intermediários (w.i.p.) implica na montagem prévia de subconjuntos, o que se traduz em custos adicionais, que não foram analisados neste texto. No entanto, a depender de fatores como a estratégia de produção, os benefícios resultantes da expansão de capacidade costumam superar, com vantagem, tais custos.

Capítulo 10

OUTRAS TECNOLOGIAS NA LOGÍSTICA

A seguir será apresentada de forma sucinta a relação de outras tecnologias voltadas para a logística:

***ECR (Efficient Customer Response)*:** a resposta eficiente ao consumidor, consiste em uma tecnologia que visa a integração da cadeia de suprimentos, estreitando o relacionamento entre o cliente e o fornecedor, e por sua vez aumentando a velocidade de resposta da cadeia de suprimentos.

***Pick by Voice*:** é uma tecnologia de separação de pedidos por meio de voz, no qual o funcionário realiza as coletas sem a necessidade de estar com um coletor de código de barras, facilitando o trabalho uma vez que o mesmo fica com as mãos livres, conforme observado na figura 10.1.



Figura 10.1: Funcionário utilizando pick by voice (fonte: http://www.ssi-schaefer.com.br/sistemas-de-logistica/integracao-de-sistemas/picking-separacao-de-pedidos/pick-by-voice.html)

***Pick by Light*:** sistema de separação que consiste em displays luminosos, quais ficam localizados na frente das estruturas de armazenamento, com intuito de informar, através de mensagens numéricas, a quantidade a ser separada, conforme ilustrado pela figura 10.2.

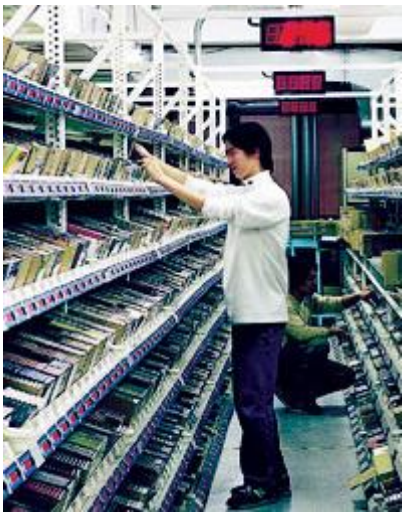


Figura 10.2: Funcionário utilizando pick by voice (fonte: http://www.ssi-schaefer.com.br/sistemas-de-logistica/integracao-de-sistemas/picking-separacao-de-pedidos/pick-by-voice.html)

***TMS (Transportation Management System)*:** o sistema de gerenciamento de transportes possibilita que todas as operações logísticas inerentes ao transporte possam ser controladas.

***GPS (Global Positioning System)*:** o sistema de localização global, ver figura 10.3, permite que um aparelho receptor possa ser localizado em qualquer parte do globo terrestre através de satélites. Esta tecnologia normalmente é utilizada na logística por transportadores, principalmente quando associado a sistemas roteirizadores e TMS.



Figura 10.3: GPS (fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_global)

REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique; GIANESI, Irineu; CAON, Mauro. Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP. 5. ed. São Paulo: Atlas 2008.

ECR BRASIL. *EDI* aplicado à cadeia de abastecimento. São Paulo, 1998.

ERNESTO, Haberkorn. Teoria do ERP. São Paulo: Makron Books. 1999.

BOWERSOX, Donald J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CONRADO, Osmar. Logística Integrada: Modelo de Gestão. São paulo: Atlas. 2007.

CARVALHO, L. Análise das potencialidades e vantagens do uso da simulação computacional em operações logísticas complexas, como ferramenta de auxílio à tomada de decisões: estudo de caso em uma organização industrial. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia: Salvador, 2006.

CHWIF, L. & MEDINA, A. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Prática, 309 p., 3.ed., São Paulo, Bravarte, 2010.

COSTA, Fábio J. C. Leal. Introdução à Administração de Materiais em Sistemas Informatizados. Editora Atlas, 2005.

Manual de Operação do Sistema Próton WMS. Salvador, 2004.

REZENDE, B. Código de Barras e identificação por radiofreqüência: um comparativo para auxiliar no processo decisório de implantação. Monografia – Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec: Salvador, 2009.

http://www.rfidbrasil.com/tecnologia-rfid/o-que-e-rfid.php

http://www.cpqd.com.br/component/docman/doc_download/222-aplicacoes-rfid.html

SANTANA, Sandra Regina Matias. RFID – Identificação por rádio frequência. Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia da Baixada Santista. 2005. Disponível em: http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/sandra_santana/rfid_01.html. Acesso em: 04 dez. 2011.

http://www.ssi-schaefer.com.br/sistemas-de-logistica/integracao-de-sistemas/picking-separacao-de-pedidos/pick-by-voice.html (acessado em 05/12/11)

http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_global (acessado em 05/12/11)