

1

INTRODUÇÃO

O tema abordado neste trabalho de pesquisa é a Cadeia de Suprimentos de ponta a ponta em uma indústria de informática, onde se analisam, de maneira abrangente, conceitos, tendências e seus fenômenos como base para a compreensão do desenvolvimento da pesquisa. Tópicos abordados diariamente na indústria serão discutidos, tais como a introdução de novos produtos que sempre causam distorções no planejamento original uma vez que é necessário combinar as campanhas de marketing com a capacidade de produção e disponibilização dos produtos no mercado de acordo com o planejado. Com a introdução de novos produtos surgem diversos problemas a serem enfrentados pelo gestor da Cadeia de Suprimentos vindos do relacionamento com o mercado, como tratar a obsolescência de produtos que estão dando lugar aos novos modelos mais atualizados e dentro dos requisitos exigidos com o avanço da tecnologia.

Com produtos novos surgem também o serviço de suporte, portanto é muito importante colocar no mercado produtos com taxa de falha baixa, pois além de aumentar a satisfação dos clientes os produtos tornam-se mais competitivos. Findo o período de garantia intensifica-se o processo de reciclagem de produtos velhos com o objetivo a longo prazo de transformá-los em matéria-prima novamente, e com isto fazer um elo fechado dentro da cadeia de suprimentos de tal forma que minimize custos, cuide do meio ambiente e aumente a responsabilidade social. Uma Cadeia de Suprimentos pode ser ilustrada abordando os seguintes tópicos: Fornecedores, planejamento e compras, manufatura, distribuição vendas e marketing, clientes, retornos, reciclagem e desenvolvimento de novos produtos naturalmente estes elos devem trabalhar em correspondência biunívoca para atingir resultados competitivos (Figura 1).



Figura 1 - Cadeia de Suprimentos ponta a ponta (FONTE: <http://search.portal.hp.com>, 2006]

A configuração da rede logística torna-se um importante passo dentro da Cadeia de Suprimentos, uma vez que, necessita-se combinar localização de fábricas estrategicamente ao redor do mundo, com o tipo de modal que deve e pode-se utilizar para transportar os produtos até o mercado consumidor. Modais de carga disponíveis hoje são terrestre, ferroviário, marítimo e aéreo. O mais competitivo é o ferroviário, mas com pouca disponibilidade nos centros de consumo. Manufatura, modais e centro de distribuição de produtos necessitam serem pensados de forma integral como garantia de custos baixos e disponibilidade de produtos no mercado consumidor.

O gerenciamento de estoques deve ter um compartilhamento de riscos adequado com o mercado de alta tecnologia, considerando que boa parte dos produtos vendidos em um determinado mercado não são produzidos localmente, exceção feita ao Brasil que no caso da Hewlett-Packard do Brasil (HP) 95% (Estatística Interna da HP, 2006) do hardware é produzido localmente, mas as fábricas locais servem de abastecimento para toda a América Latina. Os estoques de um modo geral são divididos em três grandes grupos:

- Estoques de matérias-primas.
- Estoques em processo de fabricação (WIP).
- Estoques de produtos acabados.

Em alguns casos, devido a grande necessidade, existem estoques de peças sobressalentes para atender a reparos de assistência técnica com produtos oriundos do mercado durante o período de garantia ou de cobertura de assistência de um modo geral cinco anos.

Os fenômenos da Cadeia de Suprimentos também ocorrem no gerenciamento de estoques. Imagine controlar a demanda de mercado, variável e imprevisível, com aumentos e cortes súbitos de pedidos tendo que importar matéria-prima que demora aproximadamente 30 dias para chegar do ponto de origem ao Brasil, produtos acabados e pedidos dos clientes ao mesmo tempo. Enfim, o gerenciamento de estoques deve ser de tal forma que permita garantir o abastecimento do mercado com a maior giro possível. Para ser competitivo na indústria de informática não deve ser superior a 45 dias aqui no Brasil.

O compartilhamento de riscos em uma cadeia de suprimentos na indústria de informática pode ser analisado e dividido em três blocos: a) pré-transação, que trata da disponibilidade de estoque e prazos confiáveis de entrega; b) transação, que trata de medir o índice de atendimento dos pedidos, entrega pontual e pedidos em atraso; c) pós-transação, trata-se de medir e monitorar o índice de conserto na primeira chamada, reclamações dos clientes, devoluções erros de fatura e disponibilidade de peças sobressalentes.

Naturalmente, os riscos compartilhados são financeiros, por perda de vendas em uma eventual falta de estoque, avanço da concorrência pela ausência de produtos no mercado, imagem da organização no mercado como forma de relacionamento com os clientes. Deve-se estabelecer um acordo entre os principais elos da cadeia com o intuito de garantir o abastecimento do mercado envolvendo manufatura, logística, entrada de pedidos, assistência técnica e relacionamento com os clientes.

Enfim, em um Cadeia de Suprimentos existem inúmeras variáveis que devem ser tratadas de diferentes maneiras em diferentes indústrias, entretanto, existem pontos comuns como a medida de desempenho do processo. Em pesquisa realizada entre 800 empresas, ao longo do mundo, foram identificados 12 indicadores mandatórios para o bom desempenho de uma cadeia de suprimentos: a) entrega no prazo; b) “lead time” de cumprimento do pedido; c) taxa de atendimento do pedido; d) cumprimento perfeito do pedido; e) tempo de resposta da cadeia de suprimentos; f) flexibilidade da linha de produção; g) custos da gestão da cadeia de suprimentos; h) custo da garantia como porcentagem da receita; i) valor agregado por funcionário; j) dias totais de estoque de abastecimento; k) tempo do ciclo do fluxo de caixa; e, l) giros de ativos líquidos (Scor-Supply Chain Operation Model, 2005).

Na indústria existem dois indicadores de desempenho que, se controlados, garantem bons resultados no gerenciamento do processo da Cadeia de Suprimentos ponta a ponta:

a) Primeiro tempo do ciclo da Cadeia de Suprimentos desde a origem da matéria-prima até a retirada dos produtos do mercado por obsolescência ou troca por novos produtos pelos clientes.

b) Custos da cadeia de suprimentos, que envolve os processos de inbound, processo de outbound, gerenciamento do centro de distribuição, custos de manufatura, despesas de importação, custos de inventário, custos de perdas físicas e financeiras (produto sucateado, material obsoleto etc.).

Neste trabalho de pesquisa o tema abordado para otimização foi reduzir o tempo do ciclo envolvido na Cadeia de Suprimentos da HP, para impressoras e suprimentos, sendo que as impressoras têm ponto de origem na manufatura da Flextronics em Sorocaba e os Suprimentos no centro de distribuição de Rechmond nos EUA. Este projeto foi um piloto interno, ou seja não existe conexão com o mercado (Clientes) por ser um trabalho inédito de aplicação de RFID (Figura 2).

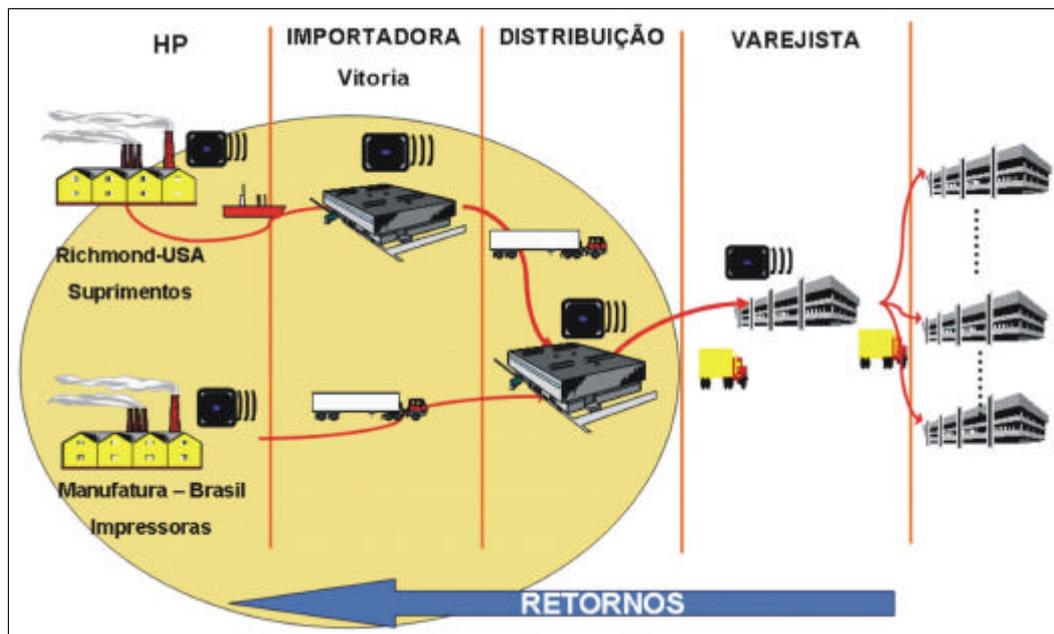


Figura 2 - RFID - Cadeia de Suprimentos

No caso de suprimentos o processo inicia-se em Richmond - EUA passa por Vitória - ES, como porte de entrada no Brasil, e vai direto para o centro de distribuição em Campinas - SP. No caso de impressoras o processo inicia-se na fábrica da Flextronixcs em Sorocaba - SP e vai direto para o centro de distribuição em Campinas - SP, onde os pedidos são integrados para entrega aos clientes.

Reduzindo o tempo do ciclo, naturalmente, obtém-se um custo de inventário mais competitivo, pois o tamanho do inventário pode diminuir, removendo-se “nós” da Cadeia de Suprimentos, pois o principal objetivo da aplicação da tecnologia RFID é dar velocidade à Cadeia de Suprimentos, trocando-se inventário por informações a tempo real.

Na indústria de informática a Cadeia de Suprimentos vem sendo estudada e otimizada com grande frequência pela introdução de “Enterprises Resource Planning” (ERP), combinado com código de barras, novos métodos de manufatura, otimização dos modais, otimização dos processo internos e externos e a combinação entre os processos internos com os parceiros de negócios (KNOLMAYER, 2004).

Assim sendo, os recursos tecnológicos disponíveis foram ficando escassos, e com isto está surgindo a utilização da tecnologia de RFID como

uma opção para vencer o desafio da redução do tempo do ciclo da Cadeia de Suprimentos e trocar inventário por informações. Entretanto, esta tecnologia apesar de ser conhecida desde 1846 (Michael Faraday) começou a ganhar força a partir dos anos 40 com a segunda guerra mundial e agora nos últimos seis anos na indústria de um modo geral.

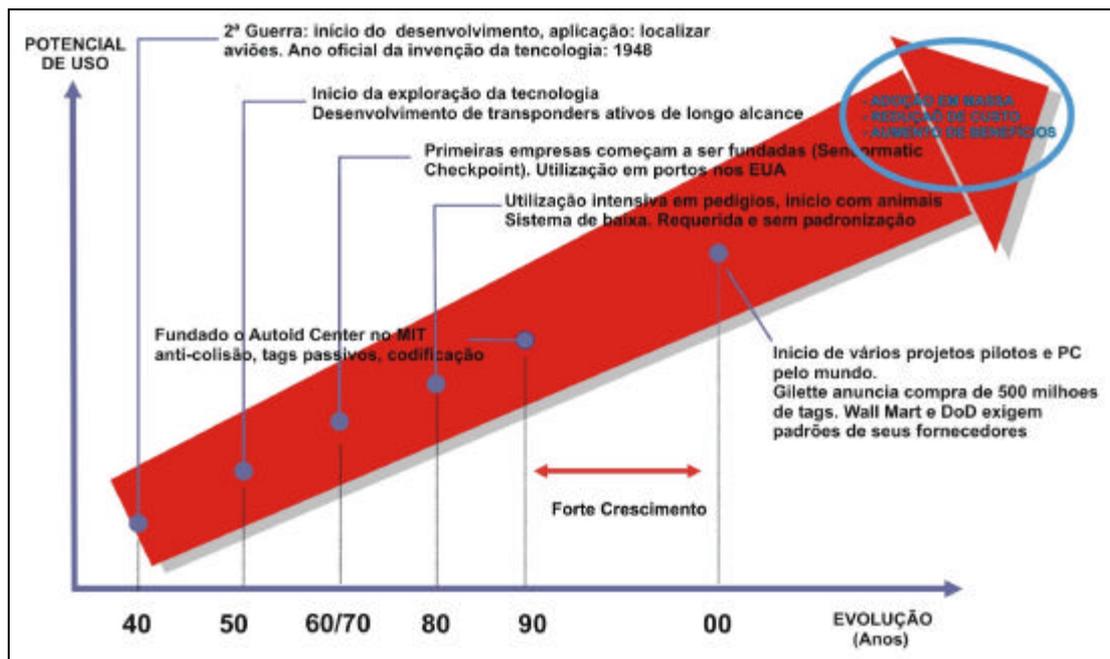


Figura 3 - Evolução histórica do RFID [FONTE: www.seal.com.br, 2006]

Definida a nova tecnologia a ser utilizada surge um outro desafio que é: qual método a ser utilizado?

Para responder esta pergunta analisa-se duas grandes variáveis dentro da Cadeia de Suprimentos, descobrir e isolar as causas raízes das falhas, neste caso, a variabilidade do tempo do ciclo, e como analisar a variabilidade dos dados e mantê-los sobre controle depois de definido os limites de tolerância.

Para descobrir e isolar as causas raízes utiliza-se FMEA, pois, este é um método que permite, para cada item do processo, identificar a sua função, as causas raízes, os efeitos, os impactos a inovação e, sobretudo, definir a prioridade pelo "Risk Priority Number" (RPN).

Na Figura 4 ilustra-se o processo de construção de um FMEA.

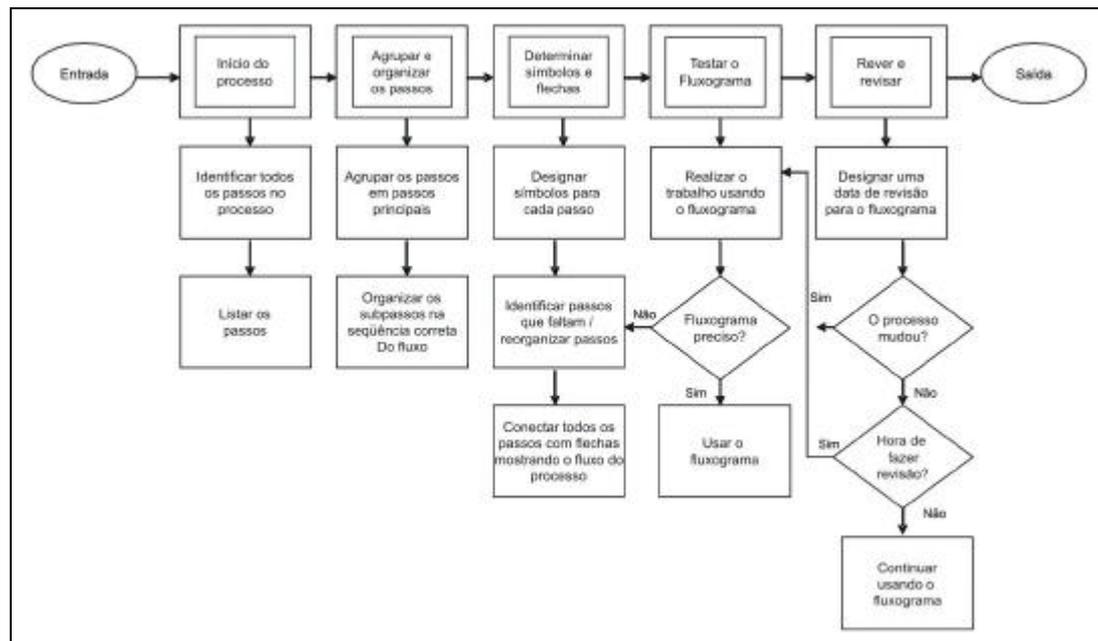


Figura 4 - Construção de um fluxograma do processo FMEA [FONTE: STAMATIS, 2003]

Para manter a variabilidade dos dados do processo sobre controle, ou entender o seu comportamento utiliza-se seis sigma, porque é uma metodologia que permite estabelecer limites de controle do processo tanto superior como inferior. Seis Sigma teve sua origem em meados do século XIX com o matemático e físico alemão Carl Frederick Gaus, a partir de estudos sobre eventos ocorridos na natureza, concluiu que estes tendiam a um comportamento comum e que poderiam ser representados por uma curva em forma de sino, e um sistema de eixos cartesianos, que foi denominada de Curva de Gauss.

Esta curva representou o conceito de probabilidade de ocorrência de um evento e conseqüentemente do conceito de variabilidade, ou seja, o grau de concentração dos dados em torno de um valor central ou valor esperado. Matematicamente esta variabilidade pode ser medida pelo desvio padrão, que simbolicamente é representado pela letra grega sigma (σ) (Figura 5).

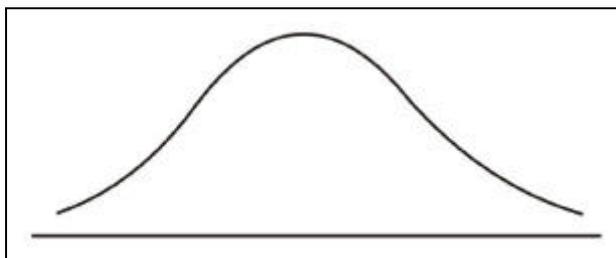


Figura 5 - Curva de Gauss [FONTE: RODRIGUES, 2006]

No início do século XX, durante a primeira guerra mundial, os Estados Unidos que forneciam produtos militares para os europeus, precisavam aumentar a produtividade e controlar a qualidade destes produtos, através de novos e mais eficazes métodos.

O matemático norte americano Walter Shewhart da Bell Laboratories, foi um dos convocados para auxiliar nesta tarefa. Shewhart aplicou seu conhecimento a um dos primeiros problemas apresentados: como produzir com eficácia fones de ouvido para soldados, diante do tamanho diferenciado da cabeça de cada um.

Shewhart fez uma pesquisa com 10 mil soldados, medindo suas cabeças. Ao plotar os dados observou que a curva resultante tinha uma proximidade ao formato de um curva de Gauss. Quanto mais a amostra era aumentada, mais esta curva se aproximava da curva de Gauss. Shewhart concluiu ainda, ao reproduzir o experimento em diversos outros eventos, que a curva em “forma de sino” era uma tendência natural. Shewhart passou a chama esta tendência de Curva Normal.

Diante da curva normal Shewhart considerou que três desvios padrão ± 3 sigma) do valor central, devia ser o limite para tolerância de um processo (Figura 6).

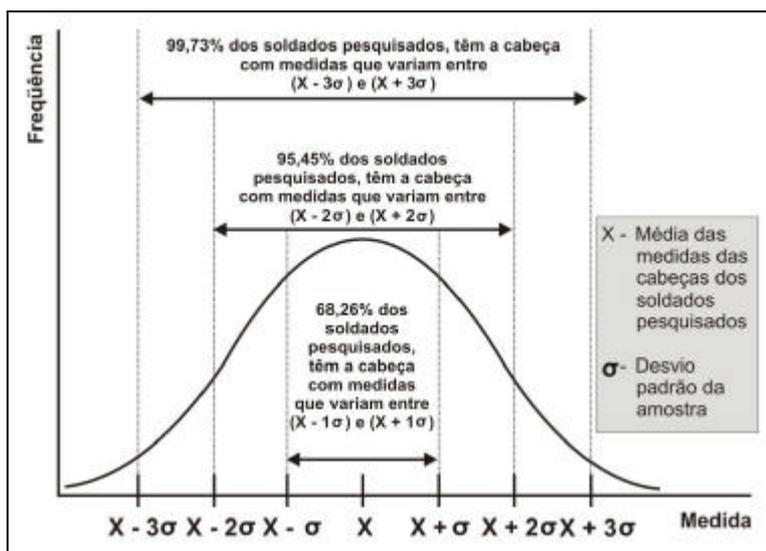


Figura 6 - Seis Sigma - limite de tolerância do processo [FONTE: RODRIGUES, 2006]

Várias foram as aplicações no mundo produtivo dos conceitos apresentados pro Walter Shewhart, dentre elas podemos citar: as cartas de controle, o Controle Estatístico do Processo (CEP), a Capacidade do Processo, entre outros.

Aplicação mais recente destes conceitos foi proposta pelo engenheiro Bill Smith, da Motorola, em 1987, com o objetivo de atender a uma expectativa do então presidente de sua empresa Bob Galvin (Filho de Paul Galvin fundador da Motorola), que estabeleceu em 1981, como meta, aumentar o desempenho da Motorola dez vezes em cinco anos.

Smith, ao estudar a correlação entre falhas dos produtos no processo de manufatura, com falhas para o cliente, com base nos ensinamentos de Shewhart, apresentou em 1987 uma metodologia para a Motorola alcançar como limite, para a tolerância de um processo, seis desvios padrão (mais ou menos 3 sigmas do valor central). Esta metodologia passou a ser denominada metodologia Seis Sigma (RODRIGUES, 2006).

Com estes elementos selecionados por meio da aderência de suas características ao fenômenos do processo de uma cadeia de suprimentos surge a idéia de desenvolver uma metodologia combinando FMEA, Seis Sigma e RFID para otimização da cadeia de suprimentos, podendo ser aplicada no todo ou apenas em um simples elo de ligação.

Arquitetado este conjunto de artefatos surge duas importantes hipóteses a ser comprovadas: Primeira Hipótese: Seria possível combinar estas técnicas em uma única metodologia? Segunda Hipótese. A partir desta abordagem, será possível otimizar a Cadeia de Suprimentos, com a relação ao tempo de ciclo, nos diferentes pontos de controle?

Para responder as duas hipóteses a atingir os objetivos declarados, foi aplicado a metodologia CDA²PEM na cadeia de suprimentos de ponta a ponta, analisando o comportamento dos clientes, fazendo um diagnóstico do processo, encontrando as causas raízes da variabilidade do tempo de ciclo utilizando FMEA, analisando a amplitude e a variabilidade dos dados estatisticamente, desenvolvendo um planejamento e aplicando a tecnologia RFID a favor da indústria, com um sucesso muito grande.

Do ponto de vista de resultados a questão original basicamente tratava de duas hipóteses básicas: Seria possível criar uma nova metodologia que unisse três tecnologias poderosas para otimizar a Cadeia de Suprimentos? Esta proposição foi plenamente respondida com a criação do método CDA²PEM, no qual, no modulo de análise, trabalham-se juntos

FMEA como técnica para analisar o processo da Cadeia de Suprimentos de ponta a ponta e Seis Sigma para entender o processo atual, analisá-lo e saber o quanto e onde as melhorias estarão acontecendo e, sobretudo, analisar a variabilidade dos dados, seus limites e uma possível situação de controle.

Outra proposição inicial era: caso o método tenha sucesso, os resultados apresentados justificariam o investimento para uma produção em larga escala? Os resultados apresentados são excelentes. Basta ver que enquanto no processo para recebimento de suprimentos atual há uma variação entre o mínimo tempo gasto para operação que é de 3.22 horas decimais e o máximo tempo gasto para a operação é de 98,12 horas decimais, com RFID, tomando-se em consideração o tempo de 60 segundos. No pior caso, tem-se uma otimização de, no mínimo, 193 vezes e, no máximo, 5 887 vezes.

Tomando-se como exemplo o caso de recebimento de impressoras a variação entre o tempo mínimo gasto para operação que é 0,02 horas decimais e o tempo máximo gasto para a operação é de 81,00 horas decimais, com RFID, tomando-se em consideração o tempo de 60 segundos o pior no ponto mínimo empata-se com o desempenho do processo atual no ponto de máximo o ganho é de 4860 vezes.

Com estes resultados obteve-se autorização da diretoria da HP para levar esta metodologia ao mercado, ou seja fazer a ligação entre a Cadeia de Suprimentos interna e os clientes.

1.1 Objetivos

Os objetivos desta pesquisa são:

a) Desenvolver um método para otimização da Cadeia de Suprimentos, usando as técnicas de Análise dos Efeitos dos Modos de Falhas (FMEA - “Failure Mode and Effect Analysis”), Seis Sigma, Ferramentas Estatísticas e a Tecnologia RFID.

b) Testar a tecnologia RFID, incluindo todos os equipamentos como etiquetas, antenas, leitora, estação, portal, Middleware e suas funcionalidades para gerar informações para a Cadeia de Suprimentos (Figura 7).

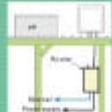
					
Etiqueta	Antena	Leitor	Estação	Portal	Middleware
Etiqueta composto de chip e antena que armazena e transmite dados do item.	Dispositivo conectado ao leitor que transmite e recebe ondas de rádio.	Controla uma ou mais antenas, gerenciando a comunicação com os etiquetas, através de protocolos, e disponibilizando os dados para o middleware.	Composta de um PC, leitora, antena e torre de sinalização, é voltada para a leitura ou gravação de etiquetas, caixa a caixa.	Composto de um PC, leitora, antenas e torre de sinalização, é voltado para a leitura de paletes completos.	Sistema de gerenciamento e armazenagem de dados, obtidos nas leituras realizadas nas estações e nos portais, realizando a interface com os demais sistemas corporativos.

Figura 7 - Elementos do Sistema RFID

c) Propor uma arquitetura sistêmica, envolvendo Centro de Distribuição, Manufatura, Importadora/3PL e Varejista para suportar a coleta dos dados em tempo real através do sistema RFID.

1.2 Escopo da Pesquisa

O escopo desta pesquisa está limitado às seguintes condições:

a) Testar a tecnologia RFID para otimização da Cadeia de Suprimentos, sem modificá-la. Entretanto, as áreas de oportunidades encontradas serão repassadas aos fabricantes de equipamentos no sentido de continuar a desenvolvê-la para disseminação no mercado. Portanto, não faz parte do escopo desta pesquisa desenvolver ou otimizar qualquer equipamento envolvido.

b) Estudar a Cadeia de Suprimentos interna sem contato com o mercado, ou seja, dentro dos Centros de Distribuição da Hewlett-Packard do Brasil nos Estados Unidos e no Brasil, e na Importadora/3PL.

c) Desenvolvimento do método limita-se a utilizar técnicas estatísticas sem modificá-las, mas aplicá-las dentro de uma nova seqüência, integrando FMEA, Seis Sigma, Técnicas Estatísticas e Tecnologia RFID.

d) O estudo será feito apenas com dois segmentos de produtos Impressoras e Suprimentos, porque os fenômenos da Cadeia de Suprimentos variam de produto a produto e não será possível fazer uma generalização.

1.3 Motivação para a Pesquisa

Conforme informações da “The Distribution of the World GNP” em 1999, contidas no trabalho de (ENVER, 2005) da Université de Technologie et Gestion D'opération - Fontaine, France, o crescimento da produção global e a globalização dos negócios provocaram grande impacto na criação da riqueza a nível global. Para suportar a sustentação das atividades econômicas, o custo da Cadeia de Suprimentos é estimado em 10% do Produto Interno Bruto (PIB) e passando de um trilhão de dólares, nos Estados Unidos, em 2001. Nos países em desenvolvimento, o custo da Cadeia de Suprimentos chega a representar 30% do PIB. No caso específico do Brasil, não é difícil constatar estas conclusões, considerando os diversos problemas que temos enfrentado na infra-estrutura do país, tais como estradas em péssimas condições de tráfego, aeroportos ineficientes, portos obsoletos e sistema de cabotagem quase que inexistente no Brasil.

O jornal o Estado de São Paulo, de 5 de março de 2006, no caderno de Economia, páginas B4 e B5, traz uma reportagem com o título Retratos do Brasil: gargalos da infra-estrutura. Burocracia e falta de projetos paralisam a reforma dos portos, das 64 ações para os 11 principais terminais do país, anunciadas há um ano e meio, só 18 foram realizadas.

Tomando como exemplo o Porto de Santos, o maior e mais importante da América Latina, na página B5 traz uma reportagem com o título “Um porto em eterno projeto”: infra-estrutura para Santos continua sendo promessa; perimetral pode, enfim, deixar de ser um projeto e torna-se realidade. Nesta reportagem, o jornal mostra o Porto de Santos como o maior da América Latina que anseia usar esta condição como base de entrada e saída de produtos de todo o Cone Sul. Para isso, ainda precisa avançar muito na infra-estrutura, a parte ainda precária de todo o complexo portuário. Como exemplo disto, o Jornal mostra oito projetos que estão ou parados ou andando extremamente devagar que são:

- a) Dragagem
- b) Perimetral de Santos (o único projeto que deve sair do papel)
- c) Ferrovia, ampliação

- d) Centro administrativo
- e) Perimetral de Guarujá
- f) Trânsito interno
- g) Remoção de pedras
- h) Navio naufragado - Trata-se de um navio Ais Giorgios, que afundou em 1974 em Santos e está no canal de navegação do Porto. O alongamento da Calha exigirá a retirada do navio que está na rota de navegação, há 32 anos.

Esta notícia do jornal o Estado de São Paulo aborda apenas uma situação pontual a respeito do Porto de Santos e da falta de Infra-estrutura, entretanto no mundo inteiro a questão do custo da cadeia de suprimentos tem sido objeto de análise e preocupação de toda a indústria de informática (ENVER, 2005). Com isto os custos da cadeia de suprimentos nos países em desenvolvimento são estimados da seguinte forma:

- 58% Transporte
- 30% Inventário
- 8% Centro de Distribuição
- 4% Administração logística

Por um lado o custo da Cadeia de Suprimentos cresce gradativamente e os preços de venda de algumas indústrias vêm caindo desde a última década. Por exemplo, na indústria de informática, o preço do computador pessoal vem caindo de 10 a 15% ao ano e na indústria automobilística 5% (ENVER, 2005). Com as margens de lucros continuamente caindo, a pressão por redução de custos de compras de partes e peças, produção, logística, planejamento, administração de ordens, custo de vendas e retornos, entre outros, vem crescendo dia-a-dia principalmente na indústria de informática, na qual existe uma acirrada competição a nível mundial, porque para esta indústria é muito difícil encontrar competidores locais. De modo geral, os competidores lutam em todo o planeta para conquistar a confiança e a lealdade dos clientes.

Com isso, as principais responsabilidades do pessoal da cadeia de Suprimentos incluem planejamento de vendas, gerenciamento da qualidade,

desenvolvimento estratégico da Cadeia de Suprimentos, serviço ao cliente, logística interna, logística externa e gerenciamento operacional do sistema Gerenciamento dos Recursos Corporativos (ERP - “Enterprise Resources Planning”).

De modo geral, os projetos em andamento ao longo do mundo para otimização da Cadeia de Suprimentos são:

Redução da complexidade da Cadeia de Suprimentos (produto, sistemas, transportes, redução do tempo do ciclo das ordens, redução do tempo entre o pagamento dos fornecedores, recebimento dos clientes, etc.)

Manufatura enxuta (Inclui estudo de localização de fábricas a nível global).

Rede global ponta a ponta da Cadeia de Suprimentos.

Substituição de inventário por informação.

Programas de reciclagem de produtos.

Novos sistemas para suportar o negócio, com maior flexibilidade.

Redução de nós na Cadeia de Suprimentos.

Com este panorama, um projeto como “Cadeia de Suprimentos na velocidade do pensamento” é extremamente oportuno, pois se trata de redução do ciclo de tempo através do corte de tempo perdido, ou morto, diminuição de custos, integração de toda a cadeia de fornecedores, planejamento, manufatura, distribuição, administração de ordens, relacionamento com clientes, retornos, desenvolvimento de produtos e reciclagem.

Nesta tese, utilizando a tecnologia RFID, analisam-se também ganhos como aumento de vendas por ter informações sobre os produtos e inventários em tempo real, Estuda-se a possibilidade de implementar embarques diretos nas fábricas, cortando-se, desse modo, nós na Cadeia de Suprimentos.

Portanto, com o avanço dos negócios em escala global, e com a crescente demanda por velocidade no mundo da Indústria de Informática, RFID acaba sendo a única tecnologia em desenvolvimento disponível para quebrar barreiras com relação à velocidade, custo e precisão de dados.

CADEIA DE SUPRIMENTOS, CONCEITOS, TENDÊNCIAS E SEUS FENÔMENOS

2.1 Introdução ao Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

A temática deste trabalho versa sobre a indústria de informática no segmento de imagem e impressão. Sua amplitude está diretamente associada a produtos tais como “Personal Inkjet”, “Photo Printer”, “All-In-one”, Câmaras fotográficas, “Laserjet”, “Large Format Plotter”, “Office Inkjet”, “Projector”, “Scanners” e computadores pessoais.

Neste segmento, de modo geral, todos os competidores, no momento, buscam ser competidores globais, focando desenvolver produtos baratos, confiáveis e com alta tecnologia. Esses produtos devem ter uma cadeia confiável de suprimentos, com medidas de desempenho claras como entrega no prazo, ciclo de atendimento do pedido o mais curto possível e taxa de atendimento do pedido de 100%. Deve-se ter uma flexibilidade e receptividade significativa como tempo de resposta, uma vez colocado um pedido sem planejamento e a estrutura permitir o seu atendimento de acordo com as expectativas dos clientes, e, sobretudo, a resposta da linha de produção melhor que a dos competidores. Deve-se ter um controle total dos custos tais como custos da gestão da cadeia de suprimentos, custo de garantia como porcentagem de receita e medir o valor agregado ao produto por funcionário e, finalmente, um completo controle dos ativos da empresa tais como gerir o ciclo de inventário e tempo de ciclo de fluxo de caixa. Neste contexto, a gestão da cadeia de suprimentos é algo quântico (flexível) que vem evoluindo com as necessidades do mercado e ajustando-se aos novos desafios que os clientes impõem aos fabricantes diante de novas tecnologias, que surgem com velocidade muito maior do que até na primeira metade do século passado, como comunicação sem fio (“wireless”) e teletransporte quântico. “O sonho da

ficção científica de teletransportar objetos tornou-se realidade pelo menos no caso de partículas de luz” (ZEILINGER, 2005). A imposição dos mercados que buscam cada vez mais novos artefatos para o trabalho e distração. Assim, não se pode dizer que a cadeia de suprimentos é uma seqüência de passos que começa com a matéria-prima e termina com a utilização do produto e pela reciclagem dos produtos utilizados pelo cliente final. Isto se deve ao fato de que a evolução da cadeia de suprimentos vem sofrendo transformações e deverá continuar a modificar-se, podendo mesmo ser estudada separadamente em três grandes grupos até o ano 2000, de 2000 a 2100 e de 2100 em diante. Até o ano 2000, tem-se a idéia de cadeia, de processo de seqüência de passos, de 2000 a 2099 é a visão possível de estarmos fazendo estas atividades mais interligadas e de maneira simultânea. Já a partir de 2100, é possível estar entrando na era do teletransporte quântico, ou seja, os produtos poderão ser desintegrados em algum lugar no mundo e aparecer em outro, teoricamente, sem ninguém pôr a mão.

Mas até que isto venha a ocorrer no mundo de hoje, vive-se um momento em que a cadeia de suprimentos precisa agregar valor aos clientes. O valor a ser agregado a esta cadeia depende da equipe de trabalho. Basicamente, ocorrem duas atividades simultâneas e muito importantes conforme ilustrado na Figura 8. De um lado, está o mercado. O pessoal de marketing lança novos produtos, faz promoções e planeja o volume de vendas. A equipe de vendas gerencia a introdução deste novo produto, faz contatos com seus clientes e promove as vendas. A equipe de administração de vendas recebe os pedidos, processa e entrega seus produtos juntamente com a equipe de logística. Por outro lado, em paralelo para que isto possa ocorrer, existe outro grupo que trabalha na produção e, para isto, analisa a capacidade de suas linhas de produção em função do planejamento recebido e do tamanho do mercado. Departamento de Compras faz contato com os fornecedores de matéria-prima e garante custo e entrega no prazo. Planejamento garante o nível de inventário de acordo com o mercado, e o centro de distribuição garante a entrega dos produtos aos clientes, de acordo com o prometido.

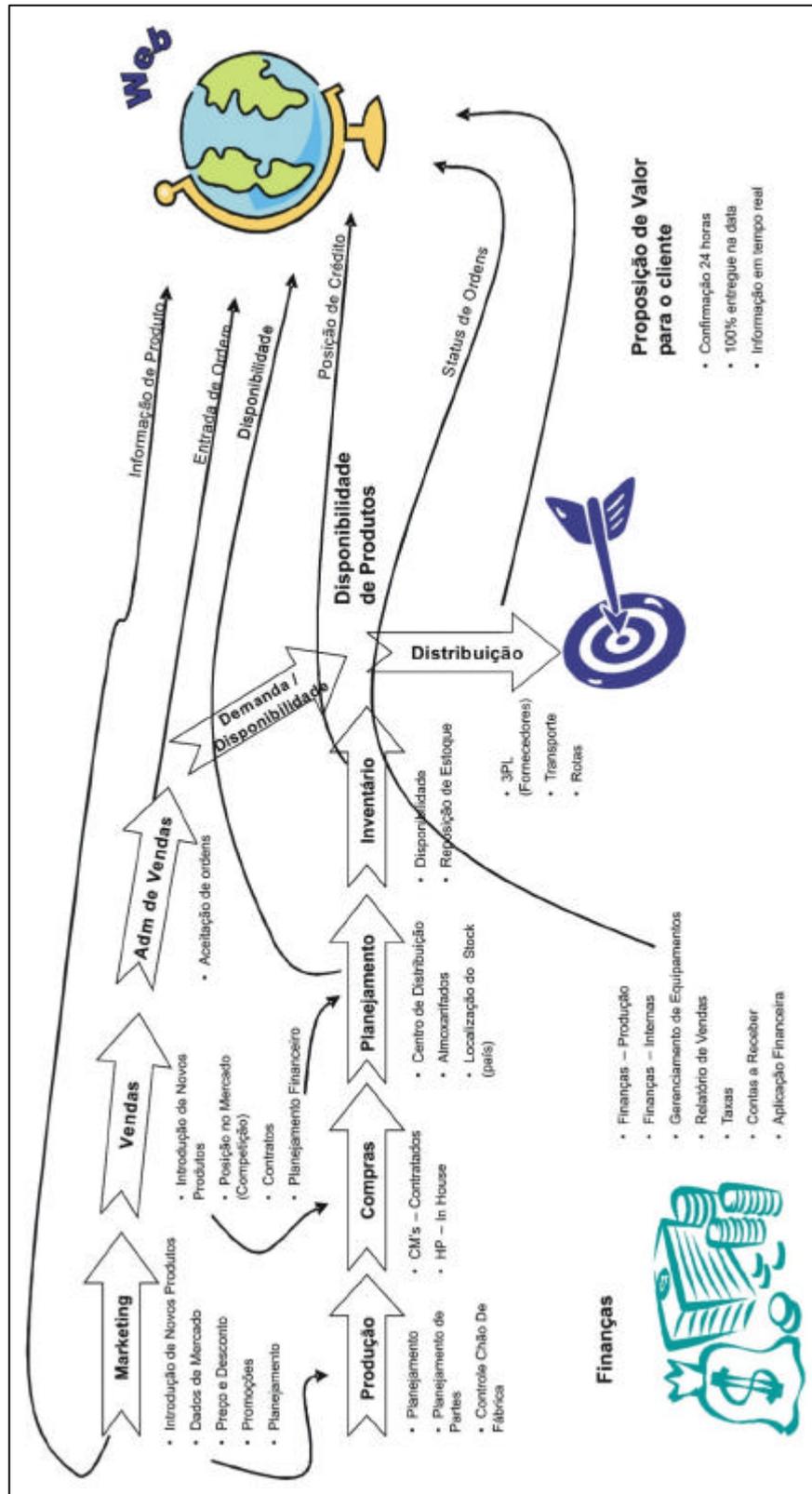


Figura 8 - Entregando valor ao cliente através da Cadeia de Suprimentos

Entretanto, para todo este processo continuar em movimento, decisões estratégicas de longo prazo devem ser tomadas tais como localização de centros de distribuição, estratégia de distribuição e planejamento, capacidade dos centros de distribuição, rede logística e plantas de produção. No nível tático, decisões tais como volume de produção e compras, política de estoques, transportes, frequência de visita a clientes e controle de estoques devem ser tomadas de tal sorte que não venha a impactar a estratégia global de atendimento ao mercado.

Ao mesmo tempo, existem alguns aspectos fundamentais que devem ser definidos tais como: estratégia de distribuição, integração da cadeia de suprimentos com os fornecedores e parceiros estratégicos, o desenho do produto deve se ajustar às condições físicas e econômicas de distribuição, (COUGHLAN *et al.*, 2002) um sistema de informação capaz de capturar os dados ao longo da cadeia de suprimentos e transformá-los em algo útil para se tomar decisões e, com isto, criar e manter valor ao cliente. Neste contexto, podem-se destacar as tendências mundiais neste momento na indústria de informática, como redução dos nós da cadeia com a finalidade de diminuir o tempo de ciclo e custos, desenvolvimento de reposição automática [Planejamento Colaborativo - (CPFR - “Collaborative Planning Forecast Replenishment” e “Vendor Management in Inventory” (VMI), redução de custos, vendas diretas e mudança de venda de impressoras e, de venda de “Hardware” por custo pago por página impressa. Dando continuidade a estas transformações na cadeia de suprimentos pode-se dizer que duas novas indústrias estão surgindo e se expandindo fortemente ao redor do mundo. Trata-se da distribuição reversa e da reciclagem. Muitos autores consideram este segmento sob um único prisma, mas seria oportuno dar uma visão diferente. No caso de distribuição reversa, (LEITE, 2003) consideram-se os produtos devolvidos por avarias ou erro de documentação e rompimento de contrato pelo cliente, antes do uso. Consideram-se também produtos devolvidos sob cobertura do sistema de garantias. Depois que o prazo de garantia expirou-se, ou seja, o cliente já está utilizando o produto fora da garantia mesmo que seja a garantia estendida há motivação do

cliente para trocar este produto por um novo, ou usá-lo até o fim de sua vida útil e então dispor do produto e trocar por outro que seja do mesmo fabricante ou não. Isto se chama retorno para reciclagem. Veja que são dois segmentos de retornos, mas com finalidades completamente diferentes. Uma distribuição reversa tem o objetivo apenas de reparar falhas causadas pelo fornecedor e o outro retorno para reciclagem tem a finalidade de cuidar do meio ambiente, preservar a natureza, recuperar matéria-prima e, sobretudo, contribuir para uma ação social e para a cidadania (Figura 9).

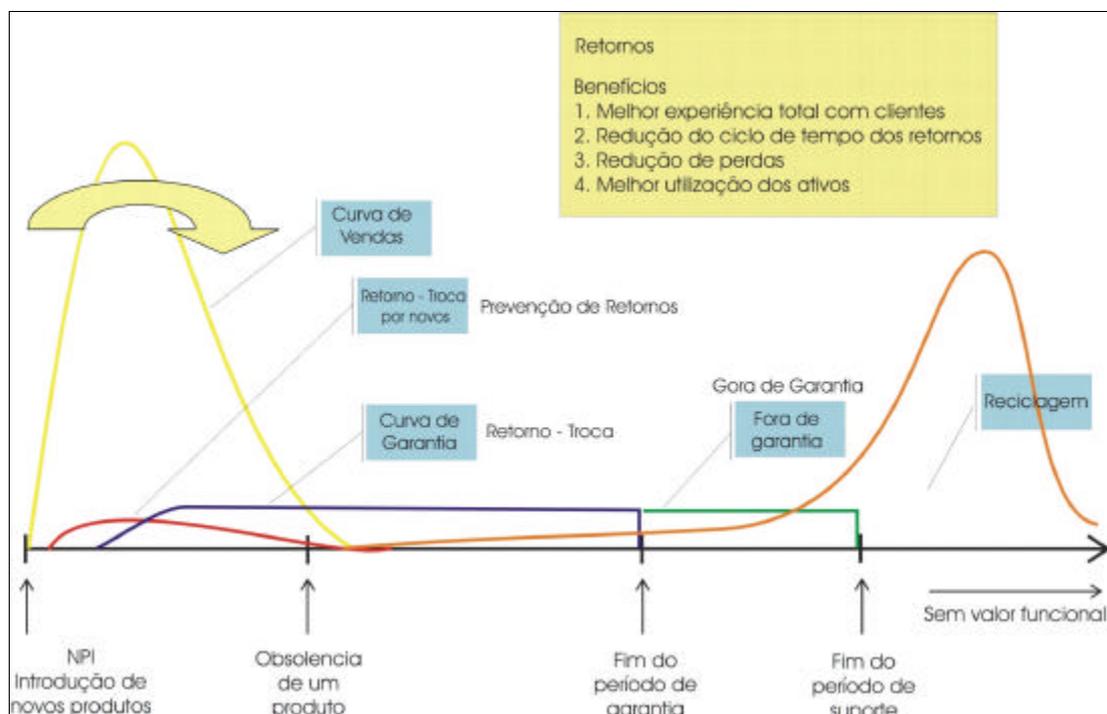


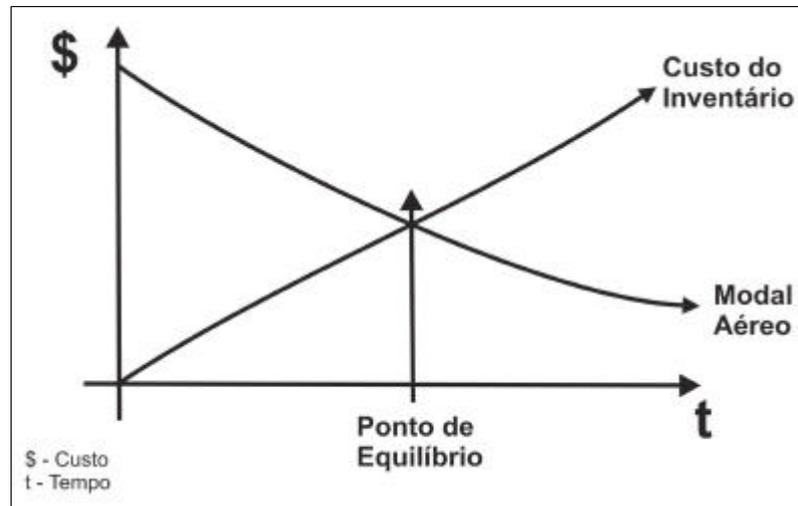
Figura 9 - Introdução de novos produtos, retornos, garantia, fim da garantia e reciclagem

Considerando-se que neste trabalho estuda-se a redução do ciclo da cadeia de suprimentos, utilizando um novo método criado a partir da metodologia FMEA e Seis Sigma, com aplicação de RFID, identificação por rádio frequência, torna-se necessário fazer uma abordagem dos pontos importantes da cadeia de suprimentos nos quais se tem observado variabilidade nos tempos gastos nas operações dos processos.

2.1.1 Configuração da rede logística

A configuração da rede logística torna-se um importante passo na cadeia de suprimentos. Até a segunda metade do século XX, basicamente, fazia-se despacho de produtos diretamente das fábricas. Era comum ter uma ou mais fábricas em um mesmo país, dependendo do tamanho do mesmo. Uma evolução deste modelo foi a criação dos centros de distribuição, mas a questão é decidir quantas fábricas serão instaladas e, quantos centros de distribuição haverá e onde, quais os modelos de negócios existentes tais como vendas diretas, distribuição, usando canais de distribuição, vendas diretas a grandes corporações e vendas para governos. Enfim, necessita-se definir os modelos de negócios porque isso influencia fortemente na definição da rede de distribuição.

Os centros de distribuição ou manufaturas precisam também ter a informação sobre o nível de estoque que será gerenciado, quais as alterações dos níveis de demanda e se são sazonais ou constantes, níveis de produção nas manufaturas e a frequência de transporte e os modais aéreo, marítimo, rodoviário ou ferroviário ou a combinação de um ou mais modais dependendo da situação apropriadamente definido, dependendo de onde estão localizados as fábricas e centros de distribuição. Os modais hoje passaram a ser muito importantes nesta questão de rede logística. Pode-se contar, basicamente, com quatro modais: aéreo, rodoviário, ferroviário e marítimo. A questão que se levanta hoje é em relação ao modal marítimo e aéreo, pois em algumas regiões do mundo, já está compensando usar o modal aéreo ao invés do marítimo, em virtude da diminuição do tempo de ciclo de transporte e da compensação financeira pela diminuição do nível de inventário. Este exemplo pode ser visto na região asiática, neste momento a Transportadora TNT apresentou estudo (JIE, 2005), conforme se pode notar no Gráfico 1, mostrando que a tendência é cair os custos de transporte aéreo. Caindo os custos do transporte aéreo pode-se substituir o modal marítimo pelo aéreo mesmo que com isto custe um pouco mais, porque por outro lado ganha-se com a redução do tempo de ciclo no transporte e com os custos de inventário. Isto já está acontecendo no Sudoeste Asiático (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Inventário X modal aéreo

[FONTE: JIE, 2005]

Normalmente, controlar mais de um inventário torna-se inadmissível em um determinado tempo, dependendo do volume e quantidades de transações mensais que sua operação exige. Entretanto, é importante definir, quando isto ocorrer, quais os centros de distribuição atenderão quais clientes. Custo de estocagem, melhoria do nível de serviços redução do custo de “inbound”, administração do centro de distribuição e “outbound” constituem um desafio para os gerentes e diretores de logística no mundo inteiro, neste tipo de indústria.

Para configurar uma rede logística necessita-se de informações importantes sobre localização dos clientes, fornecedores, fábricas etc. Constituem-se, ainda, fatores importantes para a definição da rede logística: relação de produtos, incluindo volumes de vendas e modais de transporte; demanda anual para cada produto por localização, por cliente; custo de armazenagem, tamanho da remessa e frequência de entrega aos clientes; metas e exigências de serviços aos clientes e custo de processamento de pedido.

Agregação de dados: deve-se analisar alguns fatores importantes com relação à análise de dados tais como clientes próximos. Existem lojas que pertencem ao mesmo cliente, por exemplo, o grupo Pão de Açúcar. Deve-se também agrupar os clientes por CEP. Outro ponto importante para ser analisado está relacionado com o padrão de distribuição. Todos os

produtos apanhados que são da mesma fonte e são destinados ao mesmo cliente devem ser agrupados. Todos os produtos comuns, do mesmo tamanho de embalagem, devem também ser agrupados.

Analisa-se também tarifas de transporte, estimativa de quilometragem, capacidade e custos de centros de distribuição, nível de serviços aos clientes, demanda futura e recebimento de informações vindas dos clientes tais como documentos que provam o recebimento dos produtos em estado original, sem danos, avarias e nas quantidades corretas.

Uma tendência muito forte neste momento são as criações dos centros de distribuição mundial, ou seja, um único centro de distribuição para atender todo o planeta. Esta seria a evolução natural da indústria na busca por redução de custos de operação, diminuição de aplicação de mão-de-obra e, sobretudo, a oportunidade de escolher a nação mais competitiva para instalar o centro de distribuição. Nação competitiva é uma nação que tenha uma política de comércio internacional avançada, malha rodo-ferroviária, portos e aeroportos modernos. Leva-se em consideração também o tipo de governo e o quão eficiente define suas políticas internas e internacionais, se é um governo que intervém na economia ou é flexível e pode-se planejar, com certa segurança, por um período razoável de tempo. Nação competitiva, neste caso, também é a nação que tem leis que facilitam a indústria de alta tecnologia e centros de pesquisa e desenvolvimento com formação de mão-de-obra capacitada e treinada. Uma nação multicultural não deve aceitar o racismo ou qualquer outro tipo de discriminação seja de credo, sexo, raça, etc. Estes sempre são pontos importantes nas decisões finais.

“Na moderna economia global, a prosperidade é uma escolha do país. A competitividade não está mais limitada aos países que possuem uma liderança favorável. As nações escolhem a prosperidade quando organizam suas políticas, leis e instituições com base na produtividade. As nações escolhem produtividade quando, por exemplo, atualizam as habilidades de seus cidadãos e investem nos tipos de infra-estrutura especializada que permitem a eficiência do comércio. As nações escolhem a pobreza, ou limitam sua riqueza, quando permitem que suas políticas provoquem a erosão da produtividade das empresas. Limitam sua riqueza quando as habilidades são reservadas a poucos e o sucesso do negócio depende de ligações familiares ou concessões governamentais e não da produtividade. Guerras ou um governo ineficaz podem impedir a prosperidade, mas, em geral, isso pode ser controlado coletivamente pelos cidadãos” (PORTER, 1989).

2.1.2 Gerenciamento de estoques

Na cadeia de suprimentos, deve-se fazer um gerenciamento de estoque e compartilhamento de riscos adequado ao mercado de alta tecnologia, envolvendo basicamente o nível de serviço definido e ajustado com o cliente, uma previsão de demanda razoável que permita um suprimento contínuo do mercado e, sobretudo, o gerenciamento de estoque com alta confiabilidade.

Rotineiramente, tem-se de lidar com uma variabilidade na demanda provocada por ações da concorrência, erros de previsão, atrasos no suprimento por parte de fornecedores e mesmo por desalinhamento nos processos internos. Naturalmente, existe uma relação direta entre o nível de serviço ao cliente e o nível de estoque, mas como controlar exatamente a demanda de mercado de tal forma que não se tenha estoque desnecessário e o atendimento dos pedidos dos clientes não seja interrompido? Esta pergunta tem sido feita aos executivos e professores do mundo inteiro e, até hoje, não existe uma solução plenamente confiável para enfrentar este problema. Já foram desenvolvidos vários métodos para minimizar a variação entre estoque e demanda, mas a solução definitiva ainda não foi encontrada. Enquanto isto não ocorre, define-se política de estoque usando indicadores tais como: taxa de giro de estoque; abordagem a, b, c; revisão periódica de estoque; gerenciamento de retornos e utilização de reciclagem para minimizar os custos de operação da cadeia de suprimentos. O grande segredo será descobrir uma equação capaz de fazer com que a demanda seja igual ao estoque, com entrega a tempo real e, conseqüentemente, o estoque será ZERO. Outro raciocínio que deverá ser usado a partir de agora é ajustar o nível de inventário de acordo com a participação de mercado ("Marketing Share"), ou seja, ao atingir a liderança deve se manter a otimização contínua da Cadeia de Suprimentos para não perdê-la.

A importância do gerenciamento de estoque e a necessidade de coordenação das decisões de estoque e das políticas de transporte tornaram-se evidentes há muito tempo. Infelizmente, gerenciar estoques em cadeias de suprimentos complexas é geralmente uma tarefa muito difícil e pode ter um impacto significativo no nível de serviço ao cliente e nos custos globais da cadeia de suprimentos. Uma cadeia de suprimentos normalmente consiste de fornecedores e fabricantes, os quais transformam

matéria-prima em produtos acabados, e de centros de distribuição, a partir dos quais os produtos acabados são distribuídos para os clientes. Isto implica a existência de diferentes tipos de estoques na cadeia de suprimentos.

- Estoques de matérias-primas
- Estoques em processo de fabricação (WIP)
- Estoques de produtos acabados

Cada um desses itens necessita de seu próprio mecanismo de controle de estoque. A dificuldade de determinar esses mecanismos é que as estratégias eficazes de produção, distribuição e controle de estoques, que reduzem os custos globais do sistema e melhoram os níveis de serviço, devem levar em consideração as interações dos diversos níveis da cadeia de suprimentos. Embora a determinação desses mecanismos de controle de estoque possa ser desafiadora, os benefícios podem ser enormes” (SIMCHI-LE et al., 2003).

2.1.3 Gerenciamento compartilhado de riscos

No gerenciamento e compartilhamento de riscos, pode-se dividir este processo em três grandes blocos: a) Pré-transação que trata da disponibilidade de estoque e prazos confiáveis de entrega. b) Transação que trata de medir o índice de atendimento dos pedidos, entrega pontual e pedidos em atraso. c) Pós-transação: trata-se de medir e monitorar o índice de conserto na primeira chamada, reclamações dos clientes, devoluções, erros de fatura e disponibilidade de peças sobressalentes.

Deve-se considerar também a forma da distribuição da demanda em função da região geográfica de cobertura. Analisam-se a demanda regional, estadual e municipal e a forma pela qual estes mercados serão atingidos. Selecionam-se os produtos por categorias, itens para definir suas linhas e em que mercados colocá-los. Isto posto, necessita-se definir como ir ao mercado (Figura 10) Uma maneira de fazê-lo é desenhar uma pirâmide na qual, no topo, encontram-se as contas chamadas corporativas, ou seja, grandes empresas que compram direto do fabricante como forma de melhorar o relacionamento e cortar a cascata de pagamentos de impostos existentes no mercado brasileiro.

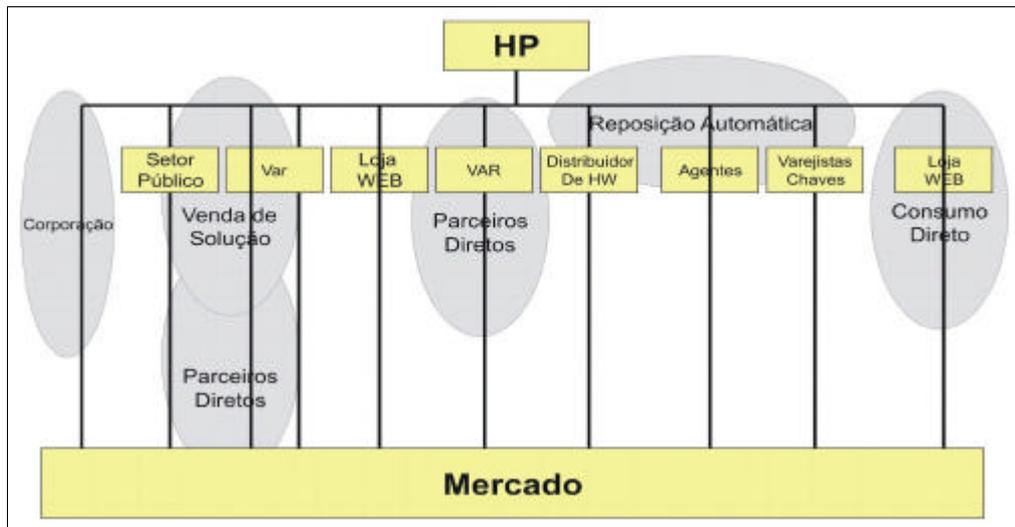


Figura 10 - Estratégia do canal de distribuição

Naturalmente, existem diversas maneiras de segmentar e ir atender o mercado entre elas destacam-se os canais de distribuição, como os atacadistas e varejistas, vendas diretas para os clientes finais, vendas diretas para os empregados de uma grande empresa e contas do governo entre outras possíveis.

2.1.4 Valor da informação

Informações orientam a tomada de decisões e a avaliação do processo da cadeia de suprimentos e, com isto, naturalmente, abre-se a discussão em torno do tema do valor das informações. Entretanto, para o entendimento perfeito do valor das informações, faz-se necessário esclarecer alguns pontos básicos antes de dispor das mesmas para tomada de decisões ou avaliação do processo da cadeia de suprimentos.

Naturalmente, informações são conseguidas a partir de dados sobre um determinado evento, logo, primeiramente, deve-se entender algumas questões importantes neste processo, daí a necessidade de que algumas questões sejam formuladas.

a) O que se espera realizar coletando dados?

Para responder a esta pergunta, é necessário verificar se as razões para a coleta de dados de seu projeto são consistentes com o seu

enunciado ou com objetivo do seu projeto e, sobretudo, se irão atingir os resultados pretendidos. Nos casos do processo da cadeia de suprimentos, os dados podem ser úteis para entender a sua variabilidade ao longo do processo, e “o aumento da variabilidade dos dados ao longo da cadeia de suprimentos é referenciado como efeito chicote” (SIMCHI-DAVID 2003).



Figura 11 - Esquemático do efeito chicote ao longo da Cadeia de Suprimentos [FONTE: SIMCHI-LE et al., 2003]

Torna-se necessário discutir mais profundamente a questão do efeito chicote porque, ao longo da cadeia de suprimentos, este efeito é responsável por grande parte das imprecisões ou distorção dos dados e até hoje não existe uma solução segura para tratá-lo, (Figura 11) embora sejam conhecidas algumas de suas principais causas tais como: previsão de demanda, ciclo do pedido, flutuações de preços e pedidos em quantidades superiores às reais para tentar garantir a quantidade necessária para atendimento do mercado uma vez que os fornecedores muitas vezes não atendem 100% a encomenda dos clientes.

Trata-se esta questão com a redução das incertezas, provendo, para cada estágio da cadeia de suprimentos, informação da demanda do cliente final, reduzindo a variabilidade da demanda do mercado vista pelo varejista,

reduzindo o ciclo do pedido, diminuindo as previsões de demanda ao longo da cadeia de suprimentos e resolvendo os nós da cadeia de suprimentos. Finalmente, uma questão muito discutida e, em muitos casos, com perguntas ainda a serem respondidas diz respeito às alianças estratégicas que permitam ao fabricante gerenciar o inventário no ponto de venda do varejista e com isto centralizar as informações em uma base de dados única.

“Eis uma lição que as empresas parecem nunca aprender: Uma empresa tem um produto de sucesso. As vendas estão subindo, a empresa está contratando gente, as horas extras, os turnos extras e o trabalho durante o fim de semana estão se tornando normais, os tempos de entrega estão se encurtando. Lá adiante, parece que vamos perder as vendas por não conseguir entregar os produtos, uma coisa indesejável. A empresa faz aquilo que parece seguro, isto é, encomenda uma expansão do prédio ou uma nova máquina para produzir grandes volumes. Na hora em que toda essa nova capacidade se torna disponível, a demanda cai. Na Figura 12, mostra-se graficamente a série de eventos. Observe-se a linha pontilhada com o título “Demanda aparente”. Isso representa pedidos verdadeiros, mas não a demanda verdadeira.

Os clientes são como jogadores de pôquer. Eles fazem grandes apostas sem razão aparente e, de repente, desistem. Nos negócios, quando a demanda começa a trabalhar contra a capacidade, os clientes começam a comprar defensivamente, duplicam e triplicam os pedidos, e inflacionam a demanda. Assim, a demanda aparente em processo de ascensão é a base para o aumento da capacidade fabril.

A verdade é a linha sólida intitulada “Demanda verdadeira”. Com a instalação da nova capacidade, os pedidos atrasados e os longos prazos desaparecem. E o mesmo acontece com a demanda. Os pedidos duplicados desaparecem, as datas de entrega são recuadas, e os clientes que fizeram estoques, procurando antecipar-se à escassez, podem agora sobreviver consumindo o excesso”. (SCHONBERGER, 1992)

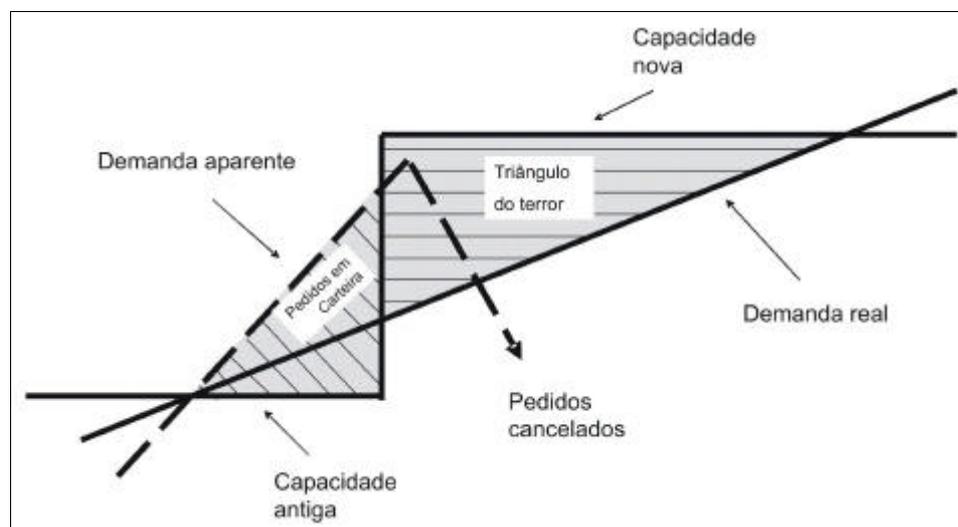


Figura 12 - “Triângulo do terror” [FONTE: SCHONBERGER, 1992]

“Estou contando o que acontece na área de manufatura. Coisas parecidas ocorrem com os negócios que trabalham na base da encomenda de serviços sob medida, exceto que os falsos sinais que acionam a expansão são diferentes (os serviços não podem ser encomendados duas vezes ou estocados). Os clientes humanos são sensíveis a qualquer mudança no serviço, tal como uma nova localização, uma entrega menos cordial ou atenciosa, ou a existência repentina de um serviço concorrente” (SCHONBERGER, 1992).

b) Quais dados serão necessários?

Deve-se responder a esta pergunta por que os dados sobre o desempenho do processo da cadeia de suprimentos e causas prováveis ajudarão a descrever e entender a situação atual e o que se deve fazer para corrigir desvios, por exemplo, do aumento da variabilidade dos dados (DEMING, 1982). No tópico relacionado à aplicação da metodologia FMEA, demonstra-se a importância desta pergunta no momento da análise do processo da cadeia de suprimentos para identificar quais seriam os pontos a serem otimizados, utilizando a tecnologia RFID ou identificação por rádio frequência. Portanto, coleta, análise e interpretação de dados tornam-se passos obrigatórios para transformar dados em informações úteis e valiosas para o gerenciamento do processo da cadeia de suprimentos.

c) Onde os dados devem ser coletados no processo?

Deve-se identificar onde os dados devem ser coletados no processo. Precisa-se descobrir que ferramentas devem ser utilizadas para definir onde, quando e como coletá-los. Desvio na coleta dos dados modifica as informações obtidas e as decisões podem gerar efeito contrário ao esperado ou, eventualmente, provocar um desastre.

d) Que esquema de amostragem deve ser utilizado?

Esquema de amostragem é a técnica utilizada para selecionar um subgrupo de itens de uma população. Na área de estatística, é designado como população um conjunto completo de indivíduos, objetos ou medidas. “N” é comumente utilizado para indicar o número de itens dessa população que se quer selecionar. A amostra é um subconjunto de itens dessa população. A amostra é utilizada para se obter informações sobre uma população,

(BESTEWRFIELD, 2001) sem inspecionar ou pesquisar todos os seus itens ou indivíduos, o que se torna difícil no caso de populações muito grandes.

e) Quantos dados devem ser coletados?

Antes de iniciar a coleta de dados, é necessário saber quão precisas devem ser as respostas e, então, determinar o tamanho da amostra. Deve-se levar em consideração, para determinar o tamanho da amostra, os seguintes pontos: custo, tempo, pessoas envolvidas e esquema de medidas.

f) Quando e por quanto tempo os dados devem ser coletados?

A decisão de quando e por quanto tempo os dados devem ser coletados, normalmente, envolve alguns tópicos importantes, pois somente quem já participou na prática desse exercício é capaz de enumerá-los. Deve-se considerar algo extremamente importante, pois não se trata, simplesmente, de resolver um exercício de estatística proposto por um professor, mas, sim, de encontrar os dados apropriados para resolvê-lo e chegar a um resultado confiável. Na escola, já se tem os dados testados, e os casos apresentados pelos professores, normalmente, já estão arranjados e sua resposta é mais ou menos previsível. Um tópico que se enfrenta de imediato é que só se deve coletar os dados quando os mesmos estiverem disponíveis, não valendo nenhuma simulação da linha de produção ao analisar o rendimento. Claro que os números reais são outros, mas é um erro comum na indústria, no afã de conseguir dados, que as pessoas peçam sua simulação. Depois, os resultados da pesquisa jamais vão combinar com a prática, o que já é suficiente para que todos desconfiem do trabalho que está sendo feito. É necessário levar em consideração o ciclo de dados e o tempo de demora, o que certamente terá impacto sobre a decisão de quando coletar esses dados.

g) Como os dados serão registrados?

Esta não é uma questão normalmente levada em consideração numa coleta de dados, embora seja extremamente importante. A forma de registrar os dados pode gerar interpretações diferentes na hora de analisá-los, mesmo

quando o responsável pela coleta de dados seja o responsável geral pelo projeto. Para registrar os dados, é necessário usar um formulário de coleta de dados, uma folha que tenha sido previamente discutida pela equipe do projeto e que tenha campos necessários para registrar apropriadamente as informações úteis, além de ter sido previamente testado.

h) Quem é o responsável pela coleta de dados?

Uma falha comum na estratégia de coleta de dados é não definir antecipadamente quem é o responsável por ela, e dados coletados por diferentes pessoas têm diferentes resultados. Portanto, é preciso identificar e treinar o pessoal para a coleta dos dados. Todos devem estar familiarizados com o projeto em estudo, não somente na sua área de trabalho, mas com o processo como um todo da cadeia de suprimentos.

Com o acirramento da concorrência global, diga-se global porque nos dias de hoje, no segmento de imagem e impressão, concorre-se com fabricantes das quatro grandes regiões do mundo (Ásia, Europa, Américas e África) em mercado local, além dos produtos sem marca reconhecida e fabricados, atendendo os requisitos mais sofisticados de qualidade. Estes produtos são os chamados clones ou sem marca. A informação correta dos fatos torna-se imperativo. A informação correta e em tempo real torna possível a substituição do inventário por informações. Para transformar esta visão em realidade ao longo de toda a Cadeia de Suprimentos RFID ou identificação por rádio frequência, é a tecnologia que permitirá tornar verdadeiro este objetivo como será visto em posterior capítulo específico.

Existem pontos importantes a serem destacados com relação ao valor da informação em uma cadeia de suprimentos. Pode-se dividir uma cadeia de suprimentos em dois grandes blocos para efeito de estudo: o relacionamento com o mercado (“front end”) e o trabalho interno (“back end”). No caso do relacionamento com os clientes, é extremamente importante que as informações estejam disponíveis no momento em que sejam requeridas, notadamente com relação a: informações comerciais dos clientes, crédito, lista de produtos, código de produtos, itens que devem ser

atendidos, prazo de entrega de um pedido, conforme o cliente deseja e uma comunicação verbal e escrita clara e precisa de forma que deixe os clientes completamente satisfeitos com o relacionamento com a empresa.

Do ponto de vista interno, sempre existem pontos importantes que requerem informações para facilitar as decisões e integrar uma cadeia de suprimentos tais como:

“Trade off” tamanho do lote x estoque

“Trade off” custo de estoque x custo de transporte

“Trade off lead time” x custo de transporte

“Trade off” variedade de produtos x estoque

“Trade off” custo x serviço ao cliente

“Trade off” custo de transporte x modal

Informações apropriadas, no momento certo, serão responsáveis pelo sucesso ou fracasso de um perfeito gerenciamento de uma cadeia de suprimentos.

2.1.5 Estratégia de distribuição

A estratégia de distribuição de produtos ao longo da cadeia de suprimentos torna-se muito importante para torná-la competitiva. Em tese, a melhor estratégia de distribuição é que o produto tenha o menor caminho entre a manufatura e o cliente final, (LAMBERT, 2005) com o menor custo. Naturalmente, pergunta-se porque existem os centros de distribuição? De maneira geral, existem porque, muitas vezes, é necessário consolidar pedidos de clientes que necessitam integrar diversos produtos como forma de solução, por exemplo, computadores pessoais, impressoras, projetores e scanners. Por outro lado, para distribuir para um número muito grande de canais, necessita-se centralizar os produtos em um determinado ponto. A Figura 8 ilustra o caminho dos produtos desde a matéria-prima (fornecedores primários) até o produto final chegar aos clientes finais.

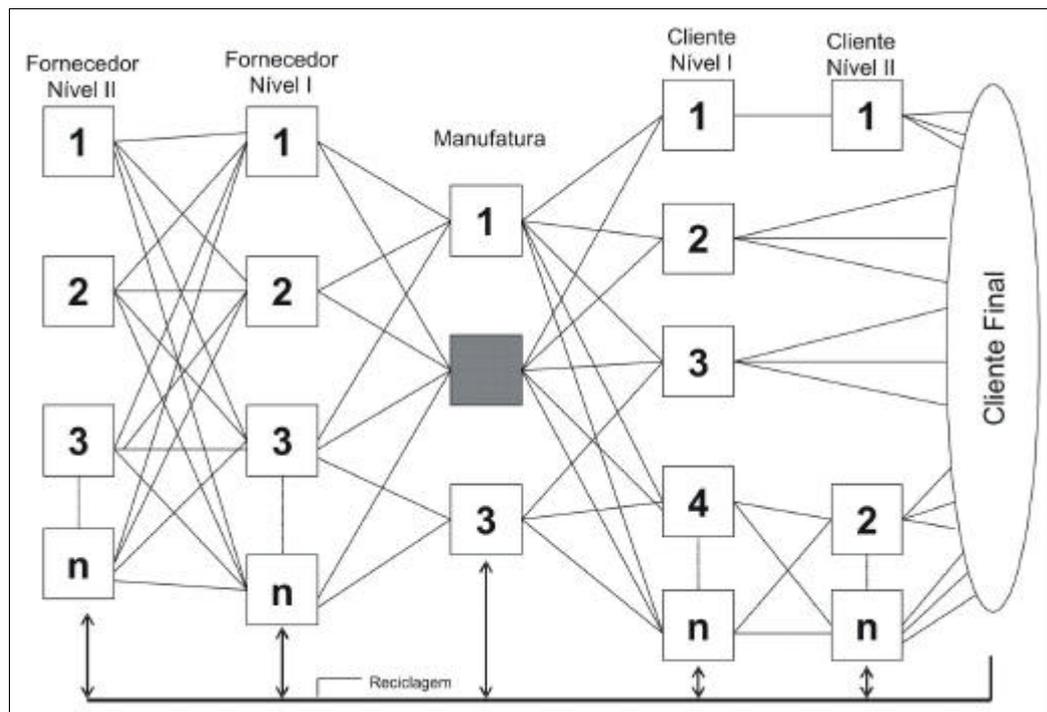


Figura 13 - Complexidade na Cadeia de Suprimentos [esquema modificado de LAMBERT, 2005]

Na Figura 13, pode-se observar a relação entre o ponto de origem e o consumidor final, ajudando a identificar os pontos críticos que devem ser melhorados. Identifica, ainda, o relacionamento da cadeia de suprimentos, ajuda a mostrar onde se pode criar um novo valor para os clientes e onde se está ganhando ou perdendo dinheiro na cadeia de suprimentos, além de estabelecer condições para criar medidas de desempenho não financeiras na cadeia de suprimentos.

2.1.6 Estratégia de manufatura

Naturalmente, com a competitividade das nações ou mesmo regiões com relação a custo de matéria-prima, mão-de-obra e custo do país e/ou regiões como é o caso do Sudoeste Asiático que, no momento, concentra um grande número de fábricas de produtos de alta tecnologia, a estratégia de manufatura segue sendo uma importante decisão a ser tomada porque o modelo de manufatura impacta diretamente a cadeia de suprimentos.

No caso da Hewlett-Packard, todas as plantas estão fora dos Estados Unidos, concentradas no Sudoeste Asiático, com exceção do pólo de

manufatura que opera no Brasil tanto para imagem e impressão, como para computadores pessoais e servidores.

De acordo com a estratégia de manufatura, fabricam-se produtos de alto valor agregado como “Super Domen”, em sigilo. Naturalmente, não se pode abrir determinados segredos industriais ou tecnologia nova e de alto valor agregado para o mercado, ou mesmo processos de fabricação recém-descobertos que garantem parte da vantagem competitiva de determinados produtos.

Por outro lado, produtos que se tornam “comodities” tendem a ser fabricados no regime de terceirização, na sua origem mais elementar, com variações que serão abordadas, em empresas denominadas “Contract Manufacturing” (CM). Estas empresas são fabricantes mundiais sem exclusividade, ou seja, podem fabricar produtos para todos os concorrentes e estão distribuídas no mundo em função da competitividade do país ou região.

No caso do Brasil, há um rico parque de CM instalado nas redondezas de São Paulo, em Manaus e em Minas Gerais, principalmente em Santa Rita do Sapucaí. No caso de São Paulo, ilustrado na Figura 14 nota-se o principal eixo de operação desta modalidade de indústria, com suas principais características.

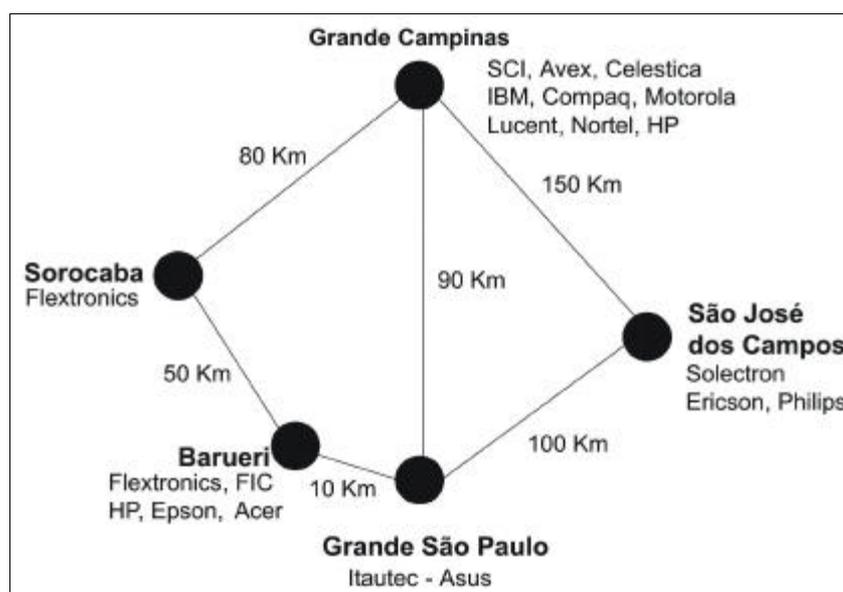


Figura 14 - CMs e localização das indústrias no Brasil

De maneira geral, a indústria eletrônica é uma indústria emergente no Brasil, tomando-se como fator de comparação o mercado latino-americano e o mercado americano e canadense como fator de análise. O tempo de viagem dos Estados Unidos até o Brasil é em torno de nove horas de vôo ou 15/16 dias de navio, que é um modal bem competitivo em relação ao custo. O Brasil já possui uma natural plataforma de manufatura na América do Sul porque tem um grande mercado doméstico, o maior em toda a região, com perto de 200 milhões de habitantes e, nos últimos dois anos, o mercado de computadores pessoais tem crescido em torno de 40% ao ano. Assim, tornou-se possível instalar no Brasil as seguintes CMs: Solectron (Jaguariúna e Manaus) Jabil Belo Horizonte e Manaus, SCI Campinas, Flextronics Campinas e Manaus, Avex Campinas, Celéstica Campinas, Fic Barueri e Santa Rita do Sapucaí e Asus/Itautec São Paulo.

As principais capacidades, tecnologias, clientes e CMs que operam no Brasil são ilustradas no Quadro 1.

Quadro 1 - CM's Tecnologias – Principais capacidades

	Capacidade	Tecnologia	Principais Clientes
SCI 1997 ex GT, ex IBM	9 Full SMT lines 2 Glue Dispenser 4 Wave Solder 8 ICT Tester 5 PTH inserter machines 2 Routers 1 Depanelization Maestr 25 FCT assy lines	1 X-Ray 2 BGA repair center 1 OTBOT visual inspection station 2 Bum In - live wire 2 EPROM Data I/O	HP HP XEROX DLL PHILIPS LG NORTEL IBM
Selectron 1997 ex Ericson	12 smt LINES 2 Manual Lines new 4 ICT	SMT Manual ICT FCT X-Ray No-clean BGA Double reflow ISO9000	HP IBM HP NORTEL TOSHIBA HP (printers)
Avex 1998 ex Lucent (1997)	2 SMT lines 1 Manual line 1 ICT	SMT Manual ICT FCT No-clean	HP LUCENT
CELESTICA		Customer Satisfaction Shareholders Employee Satisfaction Continous Improvement ISO 9000	HP Microsystems Cisco Systems IBM SIN

Com esta breve introdução, mostram-se os pontos mais importantes relacionados à cadeia de suprimentos com relação ao gerenciamento do tamanho do ciclo de tempo desde que os produtos começam a ser concebidos, com a identificação e contratação dos fornecedores até o uso e o descarte final dos produtos depois de anos de utilização, quando os produtos que eram novos voltam em forma de sucata para serem reciclados, transformados em matéria-prima outra vez para fabricação de novos produtos.

2.2 Revisão da Literatura e Evolução da Cadeia de Suprimentos

Existem diferentes maneiras de revisar a literatura da cadeia de suprimentos. Pode-se variar de indústria para indústria. Por exemplo, pode-se revisar a literatura da indústria automobilística, da indústria têxtil, da indústria de aviação, enfim, de uma infindável quantidade de indústrias que têm suas cadeias de suprimentos com diferentes formas de comportamento e gerenciamento.

Para mostrar como iniciou a idéia de cadeia de suprimentos da indústria de informática e em especial de imagem e impressão, recorre-se a pesquisas com início há 150 anos, quando, pela primeira vez, notou-se uma importância na divisão de compras. É que, na verdade, desde esta época, já estava estabelecido um ciclo de produção na indústria que sobrevive até os dias de hoje. Embora esta visão não possa ser particularizada somente para a indústria de informática, mas mostra-se como desenvolveu e evoluiu a indústria ao longo dos últimos 150 anos e como foi registrada pelos autores e pesquisadores da área científica no segmento de cadeia de suprimentos. Na Figura 15, ilustramos o ciclo operacional originalmente desenhado há 150 anos atrás (MONCZKA, 2005).

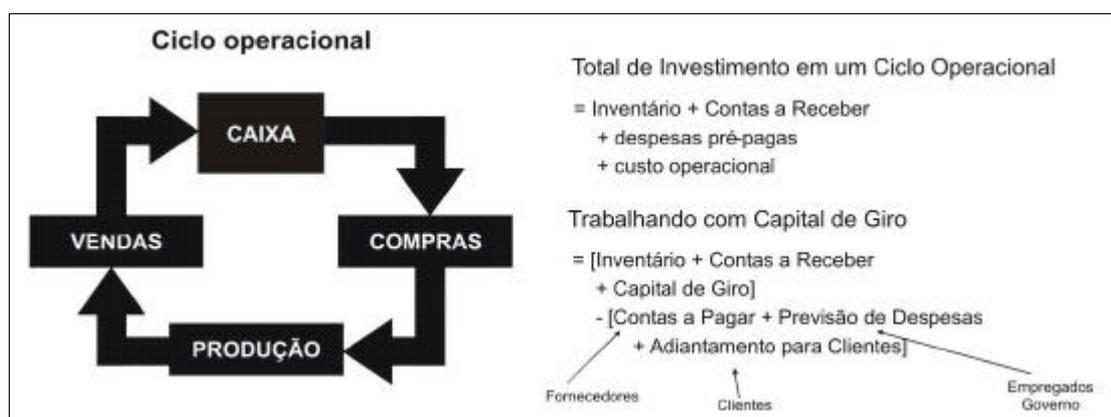


Figura 15 - Cadeia de Suprimentos – Ciclo operacional [FONTE: ENVER, 2005]

Ou seja, já existiam departamentos de compras, produção, vendas e contas a pagar e a receber. Naturalmente, com a evolução da indústria, sofisticou-se o processo da cadeia de suprimentos ao longo dos anos.

As mudanças que afetaram compras através dos últimos 15 anos são maiores do que aquelas ocorridas nos 150 anos anteriores. Para compreender como se chegou ao ponto em que se está hoje, é necessário entender a evolução de compras e a administração da cadeia de suprimentos, embora alguns possam argumentar que os últimos 15 anos se assemelhem a uma revolução. Esta evolução cobre sete períodos.

2.2.1 Evolução da Cadeia de Suprimentos

Conforme descrição de MONCZKA (2005) dividiu-se a evolução da Cadeia de Suprimento nos seguintes períodos:

Primeiro período: os primeiros anos (1850 a 1900)

Alguns observadores definem os primeiros anos da história de compras como tendo início após 1850. Entretanto, há evidências de que a função de compras recebeu atenção antes desta época. O livro de Charles Babbage sobre economia de maquinários e manufatura, publicado em 1832, enfatiza a importância da função de compras. Babbage também aludiu a um “homem de materiais”, que exercia muitas funções diferentes. Babbage escreveu que em um escritório central responsável por operacionalizar minas, era “um homem de materiais que selecionava, comprava, recebia e entregava todos os artigos solicitados”.

Na indústria têxtil, o agente de vendas, geralmente, manuseava compras e era também responsável pela saída, qualidade e o estilo da roupa. O agente de vendas assumia todas as decisões de compras, uma vez que a categoria do algodão comprado era um fator determinante da qualidade da roupa produzida. Os pedidos dos clientes se transformaram em pedidos de compras de algodão e, conseqüentemente, em uma produção planejada.

O maior interesse em um desenvolvimento de compras, durante os primeiros anos, ocorreu após 1850, um período que testemunhou o crescimento da estrada de ferro americana. Por volta de 1866, a estrada de ferro da Pensilvânia atribuiu à função de compras um status departamental, sob o título de Departamento de Fornecimento. Alguns anos mais tarde, o principal executivo de compras da estrada de ferro da Pensilvânia reportava-se diretamente ao presidente da estrada de ferro. A função de compras contribuía tão significativamente para o desempenho da organização que o Chefe da Gerência de Compras tinha status top gerencial.

O gerente financeiro da estrada de ferro de Chicago e Northwestern escreveu o primeiro livro exclusivamente dedicado à prática de compras, “O Manuseio da estrada de ferro e seus fornecedores”. Sua compra e disposição, em 1887. Ele abordou problemas de vendas que são críticos ainda nos dias de hoje, incluindo a necessidade de um conhecimento especializado em agentes de compras, com a necessidade de centralizar o departamento de compras em uma única pessoa. O autor também comentou a falta de atenção dada à seleção de pessoal para preencher a posição do agente de compras.

O crescimento da indústria férrea dominou os primeiros anos do desenvolvimento de compras. As contribuições mais importantes à história de compras durante este período representam o prévio reconhecimento do processo de compras e sua contribuição para a lucratividade global da companhia. O final de 1900 sinalizou o início da organização de compras com uma função corporativa separada, necessitando de conhecimento especializado. Antes deste período, esta separação simplesmente não existia.

Segundo período: crescimento dos fundamentos de compras (1900 a 1939)

O segundo período da evolução de compras começou em torno do século XX e perdurou até o início da Segunda Guerra Mundial. Artigos citavam especificamente que a função industrial de compras começou a aparecer com um aumento crescente fora do jornal de comércio das estradas de ferro, em revistas de engenharia, em particular focadas na necessidade de pessoal qualificado em compras e desenvolvimento de especificações materiais.

Esta época também testemunhou o desenvolvimento de procedimentos básicos de compras e idéias. Em 1905, o segundo livro dedicado a compras - e o primeiro sobre compras não-indústria férrea foi publicado. "The Book on Buying" continha 18 capítulos, cada um escrito por um autor diferente. Os editores dedicaram a primeira seção do livro aos "princípios" de compras. A segunda seção descrevia as formas e procedimentos usados em vários sistemas de compras.

Compras ganharam importância durante a Primeira Guerra Mundial, em razão de seu modelo em obter materiais vitais para a guerra. Isso ocorreu largamente devido ao foco central na compra de aquisição de matéria-prima durante esta era (versus compra de produtos prontos ou semi-prontos). Ironicamente, durante os anos da Primeira Guerra Mundial, não foi apresentada qualquer publicação de grande importância sobre livros de compras. Harold T. Lewis, um respeitado profissional de compras, durante o período de 1930 a 1950, notou que havia considerável confusão sobre a existência de qualquer reconhecimento geral de compras como sendo importante à empresa.

Terceiro período: os anos da guerra (1940 a 1946)

A Segunda Guerra Mundial introduziu um novo período na história de compras. A ênfase em obter material necessário (e escasso) durante a guerra influenciou um crescimento no interesse por compras. Em 1933, apenas nove universidades ofereciam cursos voltados à área de compras. Por volta de 1945, este número aumentou para 49. A Associação Nacional de Agentes de Compras aumentou de 3.400 sócios em 1934, para 5.500, em 1940, e para 9.400, no outono de 1945. Um estudo conduzido durante este período revelou que 76% de todas as requisições de compras não continham especificações ou estipulação de marca. Isto sugeriu que outros departamentos dentro da empresa reconheciam o modelo do agente de compras em determinar recursos de fornecimento.

Quarto período: os anos silenciosos (1946 a meados de 1960)

A intensificada consciência de compras que existiu durante a Segunda Guerra Mundial não continuou nos anos pós-guerra. John A. Hill, um notável profissional de vendas, comentou sobre o estado de compras durante aquele período: "Para muitas empresas,

comprar simplesmente se tratava em ter-se um custo inescapável para se fazer negócios no qual ninguém podia fazer muita coisa a respeito. Distante em comprimento e largura como a indústria americana está relacionada, a função de compras não recebeu ainda em uma medida completa a atenção e ênfase que ela merece”.

Outro respeitado profissional de compras, Bruce D. Henderson, também comentou sobre o estado das relações frente a compras. Em suas palavras, “Aquisição está relacionada como uma função negativa - ela pode prejudicar a companhia se não for bem feita, mas pode dar pequenas e positivas contribuições”. Ele notou que compras era uma função negligenciada na maioria das organizações porque não era importante para problemas dominantes. Ele continuou a dizer que alguns executivos achavam difícil visualizar uma companhia, tornando-a mais bem sucedida do que seus concorrentes, apenas em razão de sua competente área de compras.

Artigos começaram a aparecer durante este período, descrevendo as práticas de várias companhias, usando membros de equipe para coletar, analisar e apresentar dados para decisão de compras. A Ford Motor Company foi uma das primeiras organizações privadas a estabelecer um departamento de recurso de “commodity” para prover informação de “commodity” de curto e longo prazo. A Ford também criou um departamento de análise de compras para dar assistência aos compradores na análise de preços e produtos.

O período pós-guerra viu o desenvolvimento da técnica de Análise do Valor, sendo a pioneira neste quesito a General Electric (GE), em 1947. A abordagem da GE era concentrada na avaliação de quais materiais ou mudanças em especificações e design deveriam reduzir o custo do produto global. Embora importantes desenvolvimentos internos de compras ocorressem durante este período, não havia como negar que outras disciplinas tais como marketing e finanças ofuscaram a área de compras. A ênfase durante os anos de pós-guerra e nos anos 60 estava em satisfazer a demanda de consumidores e a necessidade do crescimento do mercado industrial. Além disso, empresas enfrentavam concorrência estável e tinham acesso a abundante material - condições que historicamente determinaram, de forma completa, a importância de compras. Os eventos que normalmente causariam um aumento em importância de compras não estavam presentes durante os anos silenciosos da história de compras.

Quinto período: nasce a era de gerenciamento de materiais (meados de 1960 ao final de 1970)

Os meados de 1960 testemunharam um crescimento dramático do conceito de gerenciamento de materiais. Embora o interesse em gerenciamento de materiais tenha crescido durante este período, a origem histórica do conceito aponta para os anos de 1900. Para a indústria férrea americana, organizar-se, menosprezando o conceito de gerenciamento de materiais, era comum durante a última metade do século XIX. Eles combinavam funções relacionadas como compras, controle de inventário, recebimentos e provisões sob a autoridade de uma única pessoa.

Eventos externos afetavam diretamente a operação de uma empresa típica. A Guerra do Vietnã, por exemplo, resultou em um preço ascendente e pressões quanto à disponibilidade de material. Durante os anos setenta, as empresas passaram por problemas

de materiais relacionados à escassez de óleo e embargos. A resposta lógica da indústria foi tornar-se mais eficaz, particularmente na compra e no controle de materiais.

O objetivo global da administração de materiais era resolver os problemas de materiais de um ponto de vista total do sistema, em vez de um ponto de vista de funções ou atividades individuais. As várias funções que deveriam incluir-se na categoria de materiais eram: planejamento e controle, controle e planejamento de inventário, materiais e pesquisa de aquisição, compras, tráfego de entrada, recebimentos, controle de qualidade de entrada, provisões, movimento de materiais, refugos e venda de excedentes.

O comportamento de compras, durante este período, foi notável. Gerentes de compras enfatizavam múltiplas fontes através de competitivos preços ofertados e raramente enxergavam o fornecedor como um parceiro de valor agregado. Compradores mantinham um relacionamento amplo com seus fornecedores. Um preço competitivo era o principal fator determinante de um contrato de fornecimento. As estratégias e comportamentos de compras que envolviam toda a última metade do século eram inadequadas, quando ocorreu a severa recessão econômica no começo dos anos 80, fazendo emergir os concorrentes estrangeiros globais.

Sexto período: a era global (final de 1970 a 1999)

A era global, e seu efeito na importância, estrutura e comportamento de compras, já tinha se mostrado diferente dos outros períodos históricos. Estas influências incluem:

- *Nunca, em nossa história industrial, a competição se tornara tão intensa e tão rápida.*

- *Empresas globais, cada vez mais, capturavam fatias de mercado mundial de companhias americanas e enfatizavam diferentes estratégias, estruturas organizacionais e técnicas de gerenciamentos comparadas com as suas equivalentes americanas.*

- *A extensão e avaliação da mudança de tecnologia nesse período foram sem precedentes em relação ao ciclo de vida de vida dos produtos, tornando-se menor.*

- *A habilidade em coordenar a atividade de compras, usando rede de dados internacionais e o acesso a Internet (www) e Intranet emergiram.*

Este período de intensidade competitiva testemunhou o crescimento do gerenciamento da cadeia de fornecimento. Agora, mais do que nunca, as empresas começavam a desenvolver uma visão mais coordenada do gerenciamento de fluxo de produtos, serviços, e informações dos fornecedores através dos clientes finais. Gerentes começavam a encarar o gerenciamento da cadeia de fornecimento como uma forma de satisfazer o custo intenso e outras pressões por melhorias.

2.2.2 Sétimo período: gerenciamento da cadeia de fornecimento integrada (de 2000 em diante)

Compras e gerenciamento da cadeia de suprimento refletem hoje uma crescente ênfase no que se refere à importância dos fornecedores. O relacionamento com fornecedores está mudando de uma abordagem competitiva para uma abordagem mais cooperativa com fornecedores selecionados. As atividades que uma moderna organização de compras deve pôr em prática são bem diferentes daquelas praticadas anos atrás. Desenvolvimento do fornecedor, envolvimento do fornecedor no projeto, o uso do serviço completo do fornecedor, seleção do fornecedor em custo total, relacionamento com fornecedor a longo prazo, gerenciamento de custo estratégico, base de dados compartilhados e links interligados de internet são agora vistos como formas de criar um novo valor dentro da cadeia de suprimentos. O comportamento de vendas está mudando dramaticamente para poder dar suporte às exigências de desempenho da nova era.

É possível chegar a três conclusões sobre esta nova era. Primeira, o refinamento do modelo de compras na economia moderna está buscando respostas aos desafios pela concorrência mundial e mudando a tecnologia de acordo com as expectativas dos clientes. Segunda, a importância da função de compras está aumentando, particularmente, em empresas que competem com indústrias caracterizadas pela concorrência mundial e em função de rápidas mudanças como é o caso da indústria de alta tecnologia, no caso deste trabalho, na área de imagem e impressão. Terceira, a função de compras deve continuar a se tornar mais integrada com as solicitações dos clientes, bem como com os setores de operações, logística, recursos humanos, finanças, contabilidade, marketing e informática. A evolução levará tempo para ocorrer completamente, mas esta integração é inevitável.

A evolução de compras e gerenciamento da cadeia de suprimentos, definitivamente, nos auxilia a apreciar o crescimento nestas áreas através dos últimos 150 anos. Cada período histórico contribuiu de forma única no desenvolvimento de compras, incluindo os eventos que definem a ênfase atual no gerenciamento da cadeia integrada de suprimentos.

Paralelamente a esta história sobre o início e a relação entre compras e a cadeia de suprimentos, há 20 anos, por volta de 1985, pode-se traçar um paralelo entre a indústria de informática, especificamente a de imagem e impressão, e o resto das indústrias descritas em epígrafe, de maneira generalizada.

Neste período, no início dos anos 80, muitas novas tecnologias estavam sendo transformadas em produtos e colocadas no mercado, como foi o caso das impressoras, a evolução da computação pessoal, etc. Com o passar do tempo, estas tecnologias se transformaram em commodities e os fabricantes começaram a desenvolver fornecedores para grandes volumes, ou seja produção em escala e gerando com isto valor agregado. Nesta ocasião, estava evoluindo na indústria de informática um processo de cadeia de suprimentos baseado principalmente em compras, planejamento, manufatura, distribuição, processamento de ordens, desenvolvimento de novos produtos e retornos. Ainda não se falava em reciclagem de produtos.

Nesta época (1985), toda a manufatura, de modo geral, era feita internamente com uma pequena terceirização, como era o caso de caixas de embalagens, com rígidas normas a serem seguidas pelos fornecedores, transporte logístico, alguns cabos, capas de impressoras, capas de calculadoras, etc. Mas todo o processo era dominado e guardado, ainda, como segredo industrial pela HP e por seus competidores.

Mas com o aumento da concorrência mundial, e com a necessidade de buscar escala e agregar valor ao produto, a busca por terceirização começou, cada vez mais, a ter maior relevância nas indústrias de informática, de tal maneira que, por volta de 1985, já se iniciava um movimento muito forte neste sentido. A estratégia para esta mudança se baseava em:

- a) Manufaturar a custo baixo e estabelecer uma base de fornecimento fora, no sentido de desverticalizar e ganhar flexibilidade para movimentação dos processos e gerenciar a variabilidade da demanda de mercado.

- b) Conquistar “poucos”, mas grandes fornecedores que pudessem ser transformados em fornecedores mundiais com economia de escala e ter força nas negociações de compras, com incremento de capacidades pelo fornecedor.
- c) Desenvolver parceiros chave com alto valor agregado ao processo.
- d) Estabelecer e consolidar uma manufatura global com um CD mundial.
- e) Em 2005, surge a idéia dos centros de distribuição mundial.

Para estes objetivos definidos, a Figura 16 ilustra uma linha de tempo, mostrando o que de fato aconteceu nos últimos 20 anos com relação à evolução da cadeia de suprimentos na indústria de informática e, em especial, de imagem e impressão.

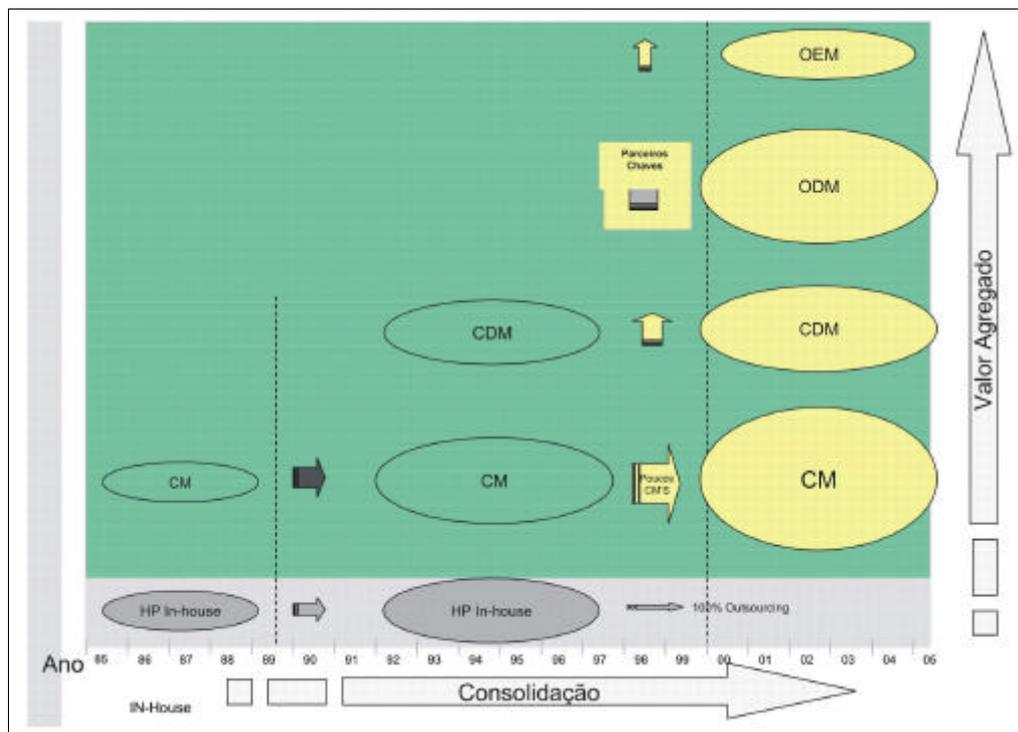


Figura 16 - Evolução da cadeia de suprimentos na indústria de informática

Com o início do processo de mudar a manufatura de “In-House” para o processo terceirizado, naturalmente isto não aconteceu em um processo de uma única vez (“Big Bang”). Isto foi acontecendo em função do momento em que as tecnologias foram se tornando commodities. Com isso, surgiram diferentes variáveis para este processo de terceirização.

2.2.3 “Contract manufacturer” (CM)

O primeiro e o mais imediato foi a transferência gradual da manufatura interna para uma manufatura terceirizada por meio dos “contract manufacturer” CMs. Neste caso, o projeto do produto pertence ao proprietário. O fornecedor apenas monta o equipamento sob orientação e gerenciamento estratégico do contratante.

O que muda, neste caso, é que todo processo de qualificação de fornecedores de matéria-prima, planejamento de produção, instalação de linhas de produção, processos de qualidade, gerenciamento de custos, entrega no centro de distribuição do contratante, contratação de pessoal especializado, gerenciamento dos retornos e garantia de produto e falhas no mercado são de total responsabilidade do contratado do ponto de vista de relacionamento entre contratado e contratante. O contratado não tem relacionamento com o mercado. A inteligência de mercado, relacionamento com o mercado, definição de estratégia de mercado, definição de lançamento de novos produtos e capacidades a serem incluídas ou excluídas dos produtos são de inteira responsabilidade do contratante.

2.2.4 “Contract design and manufacturer” (CDM)

Neste caso, o que muda é que o fornecedor receberá uma especificação de um determinado produto, por exemplo, uma nova impressora e desenha este produto para o contratante. De modo geral, o fornecedor que desenha o produto é o mesmo que fabrica. O impacto direto no contratante é que toda a sua equipe de engenheiros de desenvolvimento para esta linha de produto passa a ser terceirizada. Normalmente, são produtos commodities cuja tecnologia já é de domínio público, como o caso de determinadas impressoras e computadores pessoais. Os CDMs fornecem serviços de desenho e desenvolvimento, manufatura e serviços de suporte. Mas os direitos de comercialização dos produtos pertencem ao contratante. Garantia e confiabilidade, em alguns casos, podem ser negociadas. Existem situações nas quais não faz sentido transferir todo o processo porque existem estruturas internas que ainda devem ser mantidas.

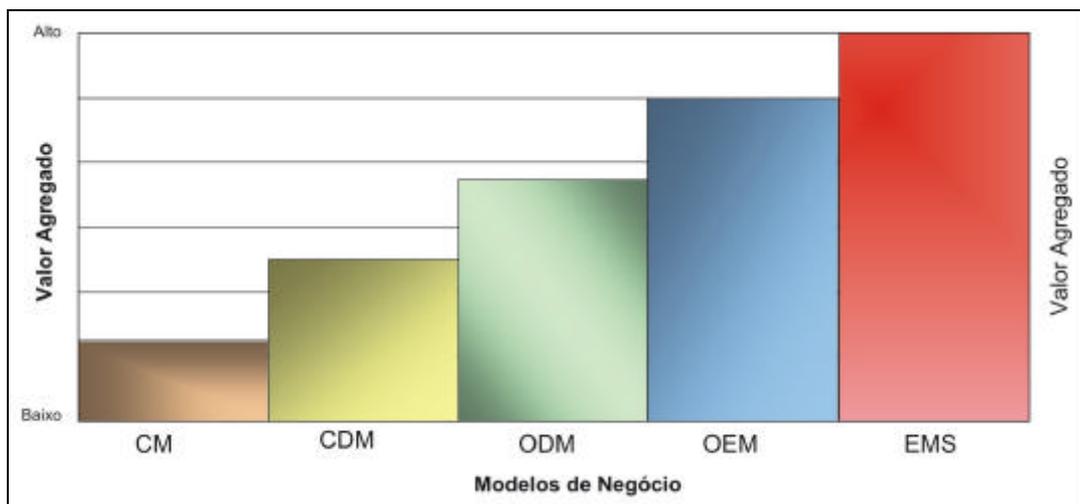
2.2.5 “Original design manufacturer” (ODM)

Neste caso, o contratante encomenda um produto que é totalmente desenvolvido pelo contratado e o contratado fornece os serviços de desenvolvimento, manufatura dos produtos e serviços de suporte integral. Os direitos sobre o produto pertencem ao desenvolvedor, ou seja, pode ser comercializado com a concorrência, por exemplo, cabo de força. Neste caso, todo o serviço de garantia e confiabilidade também são contratados pelo contratante ao ODM.

2.2.6 “Original equipment manufacturer” (OEM)

Neste caso, o produto faz parte do portfólio de um fornecedor. O produto apenas é submetido a testes e ensaios de acordo com as normas e políticas do contratante. Se aprovado, o contratante coloca a marca escolhida e comercializa o produto normalmente. Um exemplo de caso como este são os monitores LG. Toda a propriedade intelectual pertence à LG e vários fabricantes estabelecem acordos para simplesmente colocar a marca para comercialização. No Gráfico 2 mostra-se a evolução do valor agregado ao processo de manufatura com a transformação do modelo de manufatura interna para a terceirizada.

Gráfico 2 - Evolução do valor agregado



Naturalmente, com a evolução da terceirização e os processos de manufatura cada vez mais caminhando em linha com a “manufatura enxuta” e a “manufatura ágil”, surgiram cinco modelos estratégicos de manufatura, ilustrado na Figura 17 com suas principais características.

Modalidade	Projeto	Fabricação	Customização	Suporte	Inovação Tecnológica
CM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
ODM	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
CDM	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OEM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
EMS	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

■ SIM ■ NÃO

Figura 17 - Modelos estratégicos de manufatura

2.2.7 Estratégias de manufatura

- a) Embarcar contra estoque (“Ship to Stock”) – Neste modelo, trata-se de produtos de grande volume e baixo valor agregado que, de maneira geral, são distribuídos diretamente no varejo ou ao cliente final. Como exemplos, impressoras a jato de tinta, laser, cartuchos de tinta.
- b) Fabricar contra estoque (“Make to Stock”) – Neste caso, trata-se também de produtos de grande volume e baixo valor agregado, com fábrica centralizada em algum lugar do mundo, mas que é responsável pela distribuição mundial do produto. Este produto é fabricado e enviado para um centro de distribuição e através deste centro de distribuição distribuído para as demais regiões mundiais.

- c) Montagem contra pedido (“Assemble to Order”) – Neste caso, fabrica-se o produto semi-acabado e aguarda-se a customização de cliente para cliente em função de necessidades específicas a serem atendidas.
- d) Fabricar contra pedido (“Make to order”) – Neste caso, fabricam-se partes e peças comuns de acordo com o planejamento da demanda que são agregados ao produto final, em conformidade com o pedido do cliente. Aqui, um bom exemplo na indústria de informática são os computadores pessoais. No caso de memórias, o que varia é a capacidade da memória que hoje gira de 256 Mb até 1 Gb. Naturalmente, monta-se o computador pessoal de acordo com a especificação do cliente.
- e) Comprar contra o pedido (“Buy-to-order”) – Neste caso, é um modelo extremamente eficiente para reduzir o nível de inventário, ter uma manufatura enxuta, diminuir o ciclo de dinheiro refere-se desde o momento que desembolse dinheiro para pagamento de fornecedores de matéria-prima até o recebimento final do cliente, e deve-se diminuir o tempo de ciclo do pedido.

Um aspecto importante a ser ressaltado aqui é que o pedido é recebido primeiro, depois começa-se a manufatura. Com isto, trabalha-se diretamente com a demanda de mercado, diminuindo as incertezas e o efeito chicote.

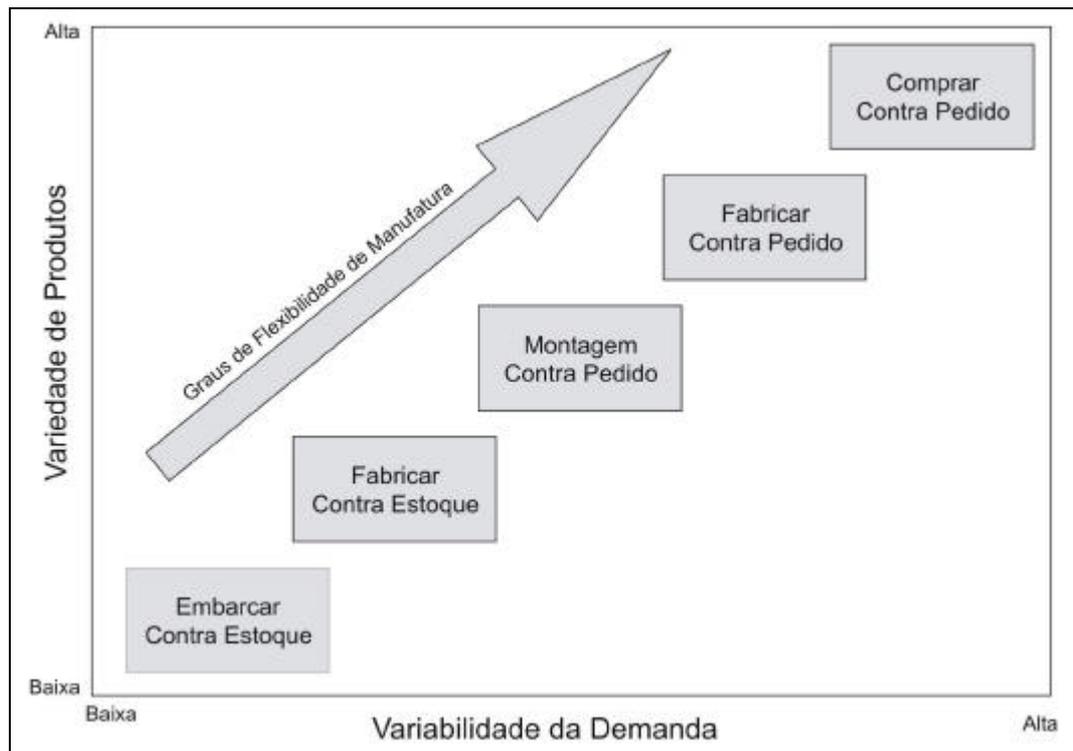


Figura 18 - Esquema das cinco estratégias de manufatura [FONTE: LAMBERT, 2006]

Com toda a transformação nos modelos de manufatura e nos modelos de negócios na indústria de alta tecnologia, especificamente na de imagem e impressão, surgiram vários modelos de processos utilizados para o abastecimento do mercado de forma mais rápida e com menor custo de tal modo que preencha as necessidades do cliente. Estes processos operam em todo o mundo. Assim, a seguir, alguns dos principais modelos são ilustrados.

2.2.8 “Full postponement”

A fábrica embarca produto semi-acabado (no qual se paga menos frete pela disposição mais eficiente dos produtos nos pallets) para um centro de localização, onde é realizada a localização, retrabalho e realocação de diversas opções de produto para diferentes países, Estados e regiões do mundo todo ou de um determinado país. Depois do produto localizado, o centro de localização embarca o produto acabado para o centro de distribuição (CD) no qual é mantido um inventário de segurança definido pela empresa para atender o mercado. Após a entrada do pedido o CD processa

a ordem de venda do cliente e fatura os produtos para os distribuidores. Após a entrega da mercadoria para os distribuidores, a transferência de posse do produto é feita e o reconhecimento da receita é processado. É importante mencionar que o distribuidor também mantém inventário de produto acabado a fim de poder atender as possíveis variações de demanda dos seus respectivos mercados, que podem ser distribuidores menores ou usuários finais.

O modelo se chama "full postponement", pois a empresa possui uma operação de localização mais complexa no seu centro de localização, podendo efetuar não somente localizações de produtos, mas também processos de retrabalho por defeito e localizações de diferentes produtos na mesma embalagem a fim de atender com uma flexibilidade maior as variações de demanda e exigências do mercado consumidor.

2.2.9 “Localization only”

A fábrica embarca o produto semi-acabado (no qual se paga menos frete pela disposição mais eficiente dos produtos nos pallets) para um centro de localização, onde é realizada a localização de diversas opções de produto para diferentes países, estados e regiões do mundo todo ou de um determinado país. Depois do produto localizado, o centro de localização embarca o produto acabado para um centro de distribuição no qual é mantido um inventário de segurança definido pela empresa para atender o mercado. Após a entrada da ordem, o centro de distribuição processa a ordem de venda do cliente e fatura os produtos para os distribuidores. Após a entrega da mercadoria para os distribuidores, a transferência de posse do produto é feita e o reconhecimento da receita é processado. É importante mencionar que o distribuidor também mantém inventário de produto acabado a fim de poder atender as possíveis variações de demanda dos seus respectivos mercados que podem ser entregues aos distribuidores menores ou usuários finais.

O modelo é chamado de "Localization only", pois a empresa possui uma operação de localização mais simples no seu centro de localização, podendo efetuar somente localizações de produtos.

2.2.10 “Factory Finish Good Inventory”

A fábrica realiza os embarques de produto acabado, conforme um plano de entrega preestabelecido para um centro de distribuição no qual é mantido um inventário de segurança definido pela empresa para atender o mercado. Após a entrada da ordem, o centro de distribuição processa a ordem de venda do cliente e fatura os produtos para os distribuidores. Após a entrega da mercadoria para os distribuidores, a transferência de posse do produto é feita e o reconhecimento da receita processado. É importante mencionar que o distribuidor também mantém inventário de produto acabado a fim de poder atender as possíveis variações de demanda dos seus respectivos mercados que podem ser entregues aos distribuidores menores ou usuários finais.

O modelo é chamado de "Factory FGI", pois a fábrica embarca diretamente o produto acabado para o centro de distribuição em outro país, sem nenhum intermediário do país exportador.

2.2.11 “FGI-Direct: cross-dock”

A fábrica realiza os embarques de produto acabado, conforme a entrada das ordens de venda dos distribuidores por meio de uma operação de troca de documentação no armazém e fatura para os distribuidores. Após a entrega da mercadoria para os distribuidores, a transferência de posse do produto é feita e o reconhecimento da receita é processado. É importante mencionar que os distribuidores mantêm inventário de produto acabado a fim de poder atender as possíveis variações de demanda dos seus respectivos mercados que podem ser entregues aos distribuidores menores ou usuários finais.

O modelo é chamado de "FGI-Direct: cross dock", pois a fábrica embarca diretamente o produto para os distribuidores por meio de uma operação de troca de documentação no armazém no mesmo ou em outro país. Este modelo é mais sensível às eventuais variações de demanda do que o modelo 3, pois não há inventário de segurança no centro de distribuição para atender os distribuidores.

2.2.12 “FGI-Direct: pool-point”

A fábrica realiza os embarques de produto acabado, conforme a entrada dos pedidos de venda dos distribuidores para uma operação de consolidação de carga de outras localidades no qual é realizada a troca de documentos, consolidação de carga e fatura para os distribuidores. Após a entrega da mercadoria para os distribuidores, a transferência de posse do produto é feita e o reconhecimento de receita é processado. É importante mencionar que os distribuidores mantêm inventário do produto acabado a fim de poder atender as possíveis variações de demanda dos seus respectivos mercados que podem ser entregues aos distribuidores menores ou usuários finais.

O modelo é chamado de "FGI-Direct: pool-point", pois a fábrica embarca diretamente o produto para a operação de consolidação de carga no mesmo ou em outro país.

2.2.13 “FGI-Direct: port pick-up”

A fábrica realiza os embarques de produto acabado, conforme a entrada das ordens de venda dos distribuidores para o porto/aeroporto do mesmo ou outro país - dependendo da condição comercial negociada com os distribuidores. Após a entrega da mercadoria para os distribuidores, a transferência de posse do produto é feita e o reconhecimento da receita é processado. É importante mencionar que os distribuidores mantêm inventário de produto acabado a fim de poder atender as possíveis variações de demanda dos seus respectivos mercados que podem ser entregues aos distribuidores menores ou usuários finais.

O modelo é chamado de "FGI-Direct: port pick-up", pois a fábrica embarca diretamente o produto para o porto/aeroporto do mesmo ou outro país - dependendo da condição comercial negociada com os distribuidores.

2.2.14 “FGI-Direct: factory pick-up”

A fábrica recebe as ordens de venda dos distribuidores e realiza a entrega de produto acabado para os distribuidores na doca da própria fábrica. Após a entrega da mercadoria, a transferência de posse do produto é feita e o reconhecimento da receita é processado. É importante mencionar que o distribuidor mantém inventário de produto acabado a fim de poder atender as possíveis variações de demanda dos seus respectivos mercados que podem ser entregues aos distribuidores menores ou usuários finais.

O modelo é chamado de "FGI-Direct: factory pick-up", pois os distribuidores coletam o produto na doca da própria fábrica.

2.2.15 “FGI-Direct: Consumer Direct”

A fábrica recebe as ordens de venda dos usuários finais e realiza a entrega de produto acabado para o local de cada usuário final. Neste modelo, tanto a modelo de manufatura quanto o modelo de distribuição devem ser bastante flexíveis para atender a demanda e customização de produto deste tipo de mercado.

Notam-se diversos modelos de cadeia de suprimentos ajustando-se as necessidades de cada mercado e dos consumidores, mas a mudanças mais profundas já começaram no século passado, que de um modo geral predominou a idéia do modelo de cadeia de suprimentos de empurrar o produto em função da demanda de mercado, ou seja, analisa-se a demanda e planeja a produção e a distribuição dos produtos. Nota-se agora uma nova tendência de gerenciamento da cadeia de suprimentos para o século XXI, ou seja, o modelo chamado modelo circular é renovado por si mesmo.

Antes de discutir este modelo de cadeia de suprimentos, seria interessante abordar a idéia de engenharia simultânea na indústria. Com o aumento crescente da concorrência mundial, vários fenômenos foram surgindo no gerenciamento da cadeia de suprimentos como: aumento da variabilidade; necessidade de escala para tornar-se competitivo; gerenciamento do ciclo financeiro e entrega de 100% dos pedidos feitos pelos clientes.

Com estes fenômenos, o gerenciamento da cadeia de suprimentos tornou-se uma das vantagens competitivas de uma organização e, com isto, a otimização tornou-se fundamental e, cada vez mais e mais, tem-se investido neste sentido, porque uma cadeia de suprimentos bem administrada pode manter uma empresa no mercado ou pode também retirá-la do mercado.

Com isto, introduz-se a idéia de engenharia simultânea que, sem dúvida, é fonte de inspiração das mudanças que estão acontecendo neste momento na indústria de alta tecnologia. Na verdade, uma de suas características é a contínua transformação. Nada é definitivo ou tem uma vida um pouco mais longa, tudo se cria, se transforma e se modifica.

Com o avanço de qualidade da indústria japonesa, nos anos 70/80, obrigou-se a indústria americana a buscar sua revitalização e, com isto, a fazer uma forte comparação com a indústria oriental, e tentar entender o que estava ocorrendo por lá para terem uma indústria tão competitiva que ditava padrões de trabalho ao longo da indústria mundial, em qualquer modalidade.

A análise feita nas áreas de inovação na cadeia de suprimentos, manufatura, controle de inventário e outras áreas, trouxe o conceito de manufatura enxuta e engenharia simultânea, que, do ponto de vista de manufatura, procura aumentar o seu desempenho e não somente fazer mudanças, substanciais ou incrementais, mas coordenar o desenho e desenvolvimento de produtos. Esta é a essência que está por trás da idéia de engenharia simultânea (HARTLEY, 2005). Com isto, discutem-se pontos importantes a serem considerados na engenharia simultânea que, certamente, contribuem para a otimização da cadeia de suprimentos.

- a) Analise, primeiramente, o desenho dos produtos e o processo de produção com o objetivo de identificar problemas críticos. Priorize os problemas em detalhes de ambos os processos.
- b) Decomponha o produto e o processo em seus componentes e partes, ou subsistemas, e identifique a interação dentro de cada ponto do produto e do processo.
- c) Alinhe as exigências do desenho do atual produto e processo de acordo com os demais processos da organização.

- d) Explore alternativas para o desenho do produto, processo de manufatura e do processo da cadeia de suprimentos.
- e) Estime o custo para as várias opções de processos.
- f) Estime, primeiramente, o tempo requerido por hora/homem, mas especificamente para o caminho crítico e seus efeitos e faça diferentes opções de desenho de ambos.
- g) Identifique e minimize os pontos de estrangulamento do processo de engenharia simultânea.
- h) Gerencie o desenho do processo com uma equipe multifuncional que trabalhe simultaneamente.
- i) Alinhe e analise as possibilidades de empregar a mesma solução para o mundo inteiro em função do tempo de ciclo de vida do produto e do processo.

Na Figura 19 nota-se a dinâmica do ciclo da hélice dupla. Mostra-se quando a estrutura da indústria é vertical e a arquitetura do produto é vertical e como a desintegração da estrutura do produto leva a indústria para o modelo horizontal (FINE, 1998a e 1998b).

Forças que transformam a indústria vertical em horizontal

- a) Facilidade de entrada de novos competidores em nichos previamente identificados.
- b) Os desafios de manter a alta tecnologia isolada que o mercado requer para manter-se em uma estrutura vertical.
- c) A burocracia organizacional estabelecida nas indústrias.

Forças que transformam a indústria horizontal em vertical

- a) Vantagens tecnológicas de um subsistema pode modificar a cadeia, dando ao mercado a chance de fazer o mesmo produto, criando uma competição.
- b) A força do mercado por um subsistema do produto pode encorajar uma junção de produtos, mantendo o controle sobre o mercado e trazendo mais valor ao cliente.

- c) A força do mercado pode encorajar a integração de algum subsistema do produto e, com isto, criar um produto novo mais competitivo.

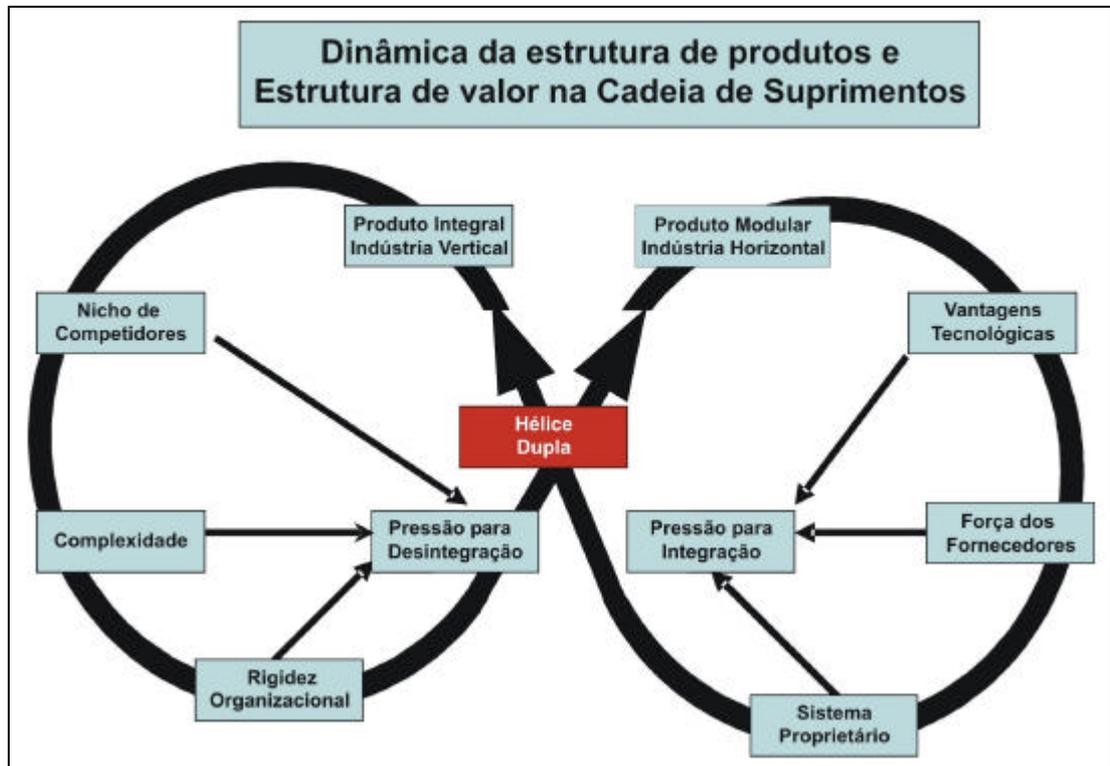


Figura 19 - Dinâmica da estrutura de produtos e estrutura de valor na Cadeia de Suprimentos [FONTE: FINE 1998ae 1998b]

2.2.16 Desenvolvimento de produto

No desenvolvimento do produto, torna-se importante analisar as variáveis que irão impactar o ciclo do pedido e também os custos de armazenagem e transporte. Define-se o produto ao desenhá-lo de forma integral ou modular que permite transporte em diferentes modais e com custos e tempo de transporte diferentes. Na concepção do produto, deve-se levar em consideração o seu desempenho no mercado, de acordo com as necessidades detectadas pelos clientes.

2.2.17 Desenvolvimento do processo

Neste caso, torna-se necessário desenvolver o processo de manufatura, ou seja, como será este processo, será manufatura vertical ou uma manufatura terceirizada. Leva-se em consideração os equipamentos que serão utilizados na manufatura com tipo de montagem de componentes em placas de circuito impresso, se o processo de qualidade do produto será em células ou linha de montagem tradicional.

Cadeia de Suprimentos

Para definição da cadeia de suprimentos, leva-se em consideração o modelo de negócios utilizado, ou seja, como ir ao mercado nos diferentes segmentos como mercado corporativo, setor de governo, vendas diretamente da fábrica ao cliente final ou canais de distribuição. Naturalmente, para estas decisões, é necessário saber quanto mais de tempo será exigido para cumprir o ciclo de um pedido, os custos da cadeia de suprimentos e o desempenho como um todo.

Com esta idéia, basicamente, introduz-se o que está sendo e como será a cadeia de suprimentos do século XXI, ou seja, o desenho do produto, o desenvolvimento do processo de manufatura e o desenho da cadeia de suprimentos ocorrerão cada vez em tempo mais curto com redução significativa de tempos envolvidos nos processos, custos de desenvolvimento e operação e custos da cadeia de suprimentos. Basicamente, o modelo de empurrar está sendo substituído por um modelo extremamente dinâmico “Quântico”.

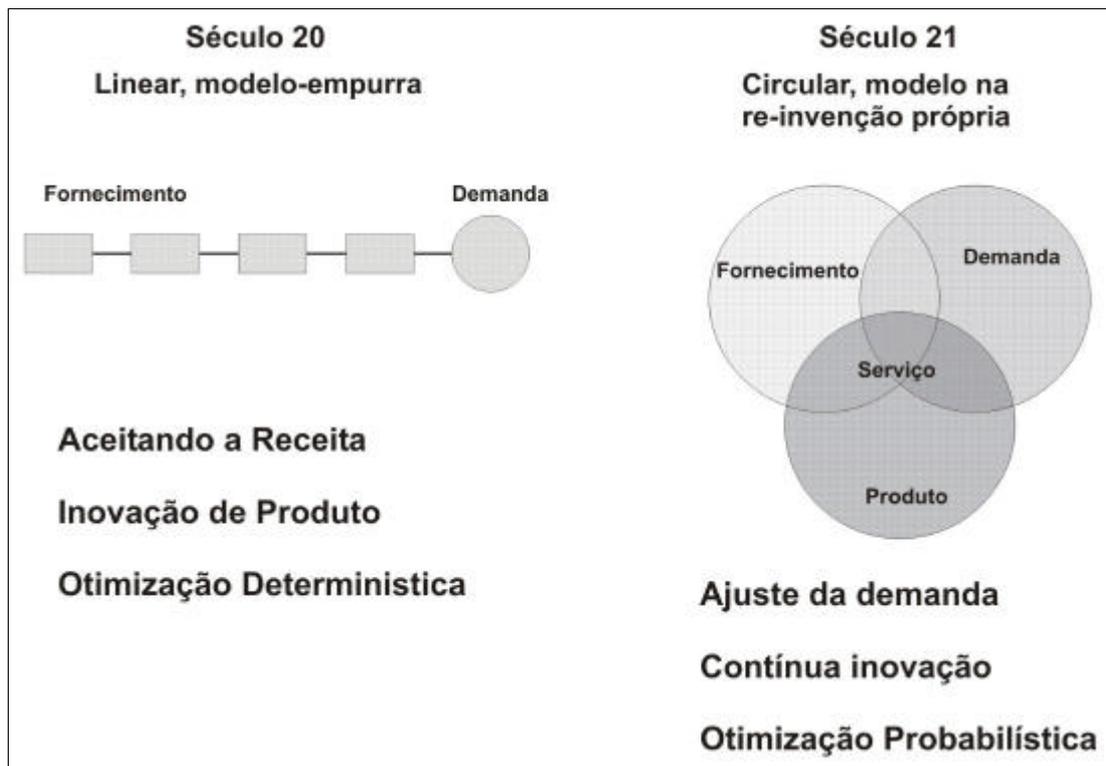


Figura 20 - Diferença entre Cadeia de Suprimentos [FONTE: AMR, 2004]

A pergunta que surge naturalmente é: qual seria a próxima etapa da transformação e do gerenciamento da cadeia de suprimentos, depois do século XXI? Estuda-se, atualmente, em algumas Universidades do Mundo (ZEILINGER, 2005), a idéia de Teletransporte Quântico, ou seja, desintegrar a matéria em algum lugar, transformá-la em energia, transportá-la como energia e reintegrá-la em outro ponto qualquer. Crê-se que este será o próximo passo do gerenciamento da cadeia de suprimentos. Imagine poder fabricar um computador em algum lugar do planeta e entregá-lo em uma residência aqui em São Paulo.

No Apêndice A encontra-se o texto extraído da revista "Scientific American", onde o autor Anton Zeilinger expõe a idéia de transformar matéria em energia, transportá-la e reintegrá-la em outro lugar qualquer.

2.3 Importância da Cadeia de Suprimentos para Estratégia do Negócio

Ao final do tópico anterior, observa-se a evolução da cadeia de suprimentos de uma seqüência de passos existentes até o final do século XX para a idéia de engenharia simultânea, na qual todos os eventos desde a concepção do produto até sua distribuição devem acontecer simultaneamente. Naturalmente, esta expressão “acontecer simultaneamente” pode parecer muito forte, mas, na prática, mostra-se que os fatos devem estar acontecendo no menor tempo possível, com o menor custo e de forma que mais retrate a demanda e exigências do mercado.

A base para a competição das empresas de alta tecnologia, que serão vencedoras na economia de hoje, é a superioridade na cadeia de suprimentos. O valor do desempenho da cadeia de suprimentos é muito maior que a produtividade e liderança através da participação do mercado em pontos isolados. A superioridade no desempenho da cadeia de suprimentos é muito maior do que gerenciamento de custos e eficiência em si. Para tanto, requer-se a habilidade de ajustar e responder à demanda com inovação de produtos e serviços, dinamicamente. Dentre as empresas de alta tecnologia, a competição não acontece como até o final do século, produto a produto, mais, sim, trava-se uma batalha dentre as cadeias de suprimentos para a conquista do mercado através da conquista dos clientes finais.

Pergunta-se se o gerenciamento competitivo da cadeia de suprimentos tem trazido benefícios aos negócios na indústria de alta tecnologia. Nos últimos anos, o gerenciamento da cadeia de suprimentos tem ganhado, cada vez mais destaque na indústria, considerando que os indicadores de desempenho, como tempo de ciclo desde o momento que se paga o fornecedor de matéria-prima até o momento de receber do cliente final, têm-se tornado mais evidentes e refletido nas principais bolsas de valores do mundo.

De 1996 até o final de 2002, estima-se um incremento no total de negócios da ordem de 472 bilhões de dólares devido à otimização da cadeia de suprimentos. Estes aumentos são notados nas seguintes indústrias (BROTHERS, 2005):

- 32 bilhões de dólares na indústria de Software (“Pure-plays” e ERP)
- 223 bilhões dos provedores de serviços de manufatura do ramo de eletrônica “Eletronic Manufactor Suply” (EMS)
- 33 bilhões vindo das indústrias de Foundries
- 131 bilhões vindo das indústrias de manufatura de produtos, com desenho sob encomenda (ODM)
- 53 bilhões vindo da indústria de terceirização (Figura 21).



Figura 21 - Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos [FONTE: BROTHERS, 2005]

A bolsa de valores da Cidade de Nova York oferece prêmios para as indústrias que gerenciam eficientemente suas cadeias de suprimentos, caso estas empresas evidenciem os seguintes resultados:

Aumento do lucro, apesar da competição acirrada e da instabilidade de preços.

Foco em gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Credibilidade no mercado.

Eficiência.

Forte competitividade na indústria de alta tecnologia.

Balanço apresentado com resultados excelentes.

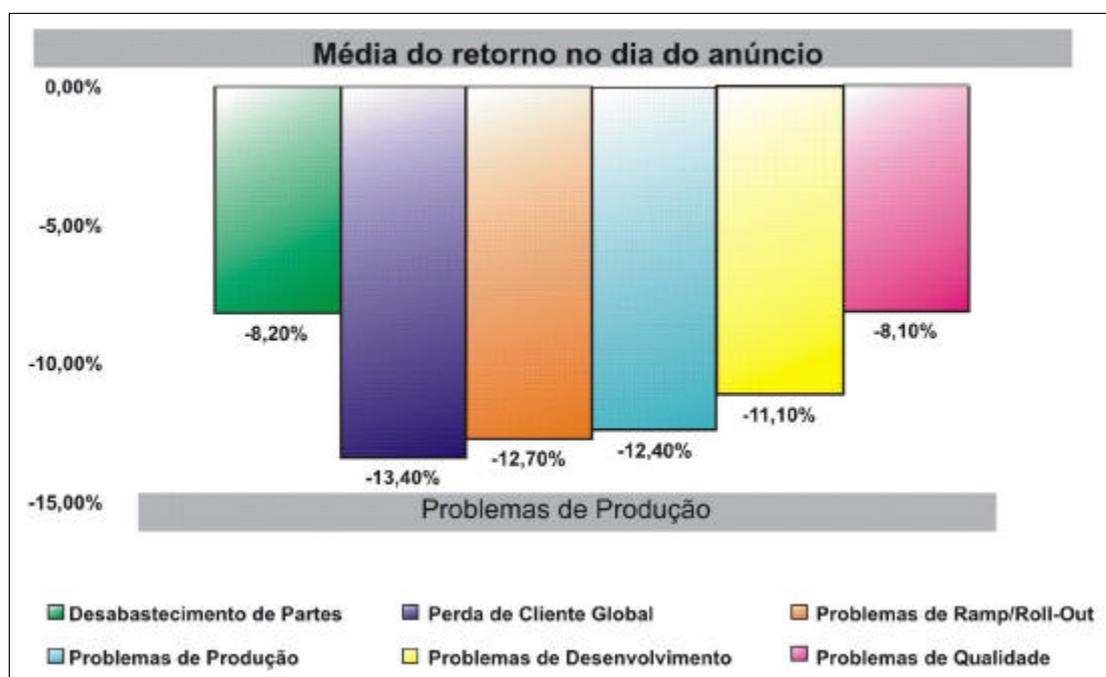
Para provar esta preocupação da bolsa de valores da cidade de Nova York, pode-se analisar os dados publicados pela Lehman Brothers sobre uma pesquisa de dezembro de 2000 por HENDRICKS; SINGHAL no “Supply Chain Performance and Shareholder Value”.

Nesta pesquisa, analisa-se o impacto de alguns problemas enfrentados na cadeia de suprimentos da indústria de alta tecnologia sobre o valor das ações. Mostra-se que existe um relacionamento direto entre o gerenciamento da cadeia de suprimentos no dia do anúncio dos problemas enfrentados sobre o desempenho do valor das ações no mercado.

Analisa-se os seis problemas mais comumente anunciados como:

Desabastecimento de partes e peças na linha de produção; problemas na linha de produção; mudança de clientes importantes; problemas de desenvolvimento de produtos; problemas na introdução de novos produtos e problemas de qualidade (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Problemas na Cadeia de Suprimentos impacta diretamente o preço das ações no mercado



[FONTE: HENDICKS e SINGHA, 2000]

Nota-se que o líder dos problemas apresentados que mais impactam o preço das ações é exatamente a mudança de cliente, ou seja, um cliente global deixa de comprar da sua empresa e muda para outro fornecedor (fornecedor para o cliente perdido, concorrente para a empresa que perdeu o cliente). Isto, de modo geral, causa um grande transtorno dentro da organização. Geralmente, um cliente mundial oferece certa reserva de mercado dentro desta organização, por exemplo, a HP tem a Ford e a Nestlé como clientes mundiais e isto significa que, em qualquer país do mundo, compram-se produtos da HP para atendê-los. A perda de um cliente, seja ele mundial, regional ou mesmo nacional, não sugere bom gerenciamento desta conta e, conseqüentemente, especula-se sobre o gerenciamento da cadeia de suprimentos. Por exemplo, no Brasil se pegarmos uma conta da Petrobrás, pode-se ver a importância deste cliente, considerando que o orçamento para ser utilizado em compra de equipamentos de alta tecnologia gira em torno de 300 milhões de dólares por ano.

Em segundo lugar, está o lançamento de produtos, o que se justifica plenamente, pois isto gera um trabalho árduo na cadeia de suprimentos, uma vez que, para o lançamento de um produto, necessita-se decidir muitas ações antecipadas e, conseqüentemente, todos os prazos devem ser cumpridos. Ações de marketing devem ser tomadas no sentido de informar o mercado do novo produto a ser lançado. Os canais de distribuição devem se preparar para receber e promover este novo produto, e promoções, muitas vezes, são anunciadas com antecedência. Por outro lado, deve-se manter sigilo o máximo possível para evitar ações da concorrência no sentido de minimizar o impacto no mercado de um novo produto. As linhas de crédito devem ser abertas para este produto, a equipe de logística deve entregar o produto adequadamente e minimizar retornos e insatisfação dos clientes. O trabalho da equipe de vendas e marketing torna-se rigoroso no acompanhamento do desempenho do novo produto no mercado. Analisam se os preços estão sendo absorvidos e se os clientes estão fazendo novos pedidos. A demanda passa a ser monitorada de perto porque isso, certamente, influencia na manufatura.

Falta de partes e peças para manufatura – Neste caso, é problemático porque não se pode lançar uma impressora no mercado, com alto sucesso, (a HP é líder mundial com 70% do mercado) e depois notar que faltam cartuchos. Este fenômeno gera uma intranqüilidade no mercado e os clientes, além de se frustrarem com isto, buscam novas alternativas, muitas vezes, na concorrência, trocando o produto por outro ou desaconselhando a compra do produto. Naturalmente, todo o investimento feito na manufatura, o lançamento do produto e a distribuição tornam-se ociosos e tem-se um aumento de custos e ociosidade de mão-de-obra.

Na quarta posição, aparece a questão do desenvolvimento de produto. Neste caso, o impacto é causado quando a empresa não consegue transformar os produtos já em fim de vida em novos produtos capazes de manter o mercado motivado a comprar. Existem casos também de escassez de matéria-prima, o que obriga a indústria a buscar novos produtos para desenvolvimento de artefatos. Por exemplo, na indústria de informática, a base para a armazenagem de dados é o silício. Entretanto, chegará um dia em que, embora haja silício disponível, não será mais possível sua utilização devido à falta de capacidade de armazenar os dados que estarão demandando por isto. Por esta razão, estuda-se o desenvolvimento do computador quântico, baseado na física quântica, o computador de DNA e o computador óptico que poderão trabalhar com milhões de informações a mais, em relação ao silício.

Problemas de produção – Problemas de produção podem ser motivados por diversas razões. Por exemplo, há pouco tempo, a IBM anunciou a venda de sua divisão de computadores pessoais para a Linovo - indústria chinesa. Isto causou um impacto no mercado. Naturalmente, especula-se como será a produção deste novo produto. Manterá o mesmo rumo que a IBM vinha dando ou haverá mudanças que uma operação como esta requer, provocando impacto significativo no mercado. Naturalmente, é quase impossível fazer uma operação como esta, sem transtorno. No mínimo, há um impacto de cultura que demora alguns anos para se acomodar. Junto com isto, caso sejam anunciados problemas de produção,

tipo um dos fornecedores não está bem financeiramente, existe uma alta falha dos produtos no campo. Com isto, haverá um conseqüente aumento dos custos de garantia e insatisfação dos clientes e os impactos na bolsa de valores serão significativos.

Por último, abordam-se problemas com qualidade. Neste caso, trata-se do dia-a-dia da equipe de suporte de uma organização de alta tecnologia. Se os índices estiverem de acordo com a prática normal de mercado, não se altera praticamente nada. À medida que a taxa de falha aumenta, o tempo de reparo demora mais que o normal. O mercado começa a perceber muito retrabalho, o custo do reparo é alto e o contato com a assistência técnica é difícil. Isto perdurando por um período de seis meses, já é suficiente para abalar a imagem da empresa no mercado e, conseqüentemente, fazer cair os valores das ações no mercado.

Outro ponto muito importante no gerenciamento da cadeia de suprimentos está relacionado com os casos de sucessos de negócios, envolvendo empresas de alta tecnologia. Nesses casos, o impacto no aumento do valor das ações e do valor da empresa no mercado é quase que instantâneo.

A propósito, são avaliados alguns casos envolvendo Ban IBM, EDS, HP, JP Morgan, PacifiCare, Boots Company, Bank of America, ABN AMRO, Samina, Solectron e Flextronixs.

Ato contínuo ao anúncio do negócio entre estas companhias, o valor das ações cresceu e o valor da companhia no mercado também. O aumento variou de 0,1 % dos preços das ações até 10,4%, no caso da EDS e do Bank of América (BROTHERS, 2005).

Outro contrato muito importante no mundo da alta tecnologia que impactou fortemente a HP e a Flextronixs foi o acordo mundial que a HP fez com a Flextronixs para fabricar produtos de imagem e impressão. Para se ter uma idéia da magnitude deste acordo, a Flextronixs tem hoje dois centros manufactureiros no mundo para atender a HP, um em Singapura e outro no Brasil, em Sorocaba, onde se fabricam 200 mil impressoras por mês. Este número, naturalmente, é muito importante para o Brasil e para o desenvolvimento da alta tecnologia no Brasil. Mas um dos pontos muito

importante dentro deste acordo é que, no caso da HP com a Flextronixs, desenvolve-se um processo de gerenciamento da cadeia de suprimentos ponta a ponta (E2E - “End to End”) (Figura 22), ou seja, desde fornecimento de matéria-prima até a sua transformação em produto a ser utilizado pelos clientes e depois devolvido para ser reciclado. O que é mais importante, neste caso, é que do próprio produto usado retira-se a matéria-prima para fabricá-los novamente. Observa-se que neste caso estamos mostrando somente a Cadeia de Suprimentos e não descrevendo o ciclo de vida do produto.

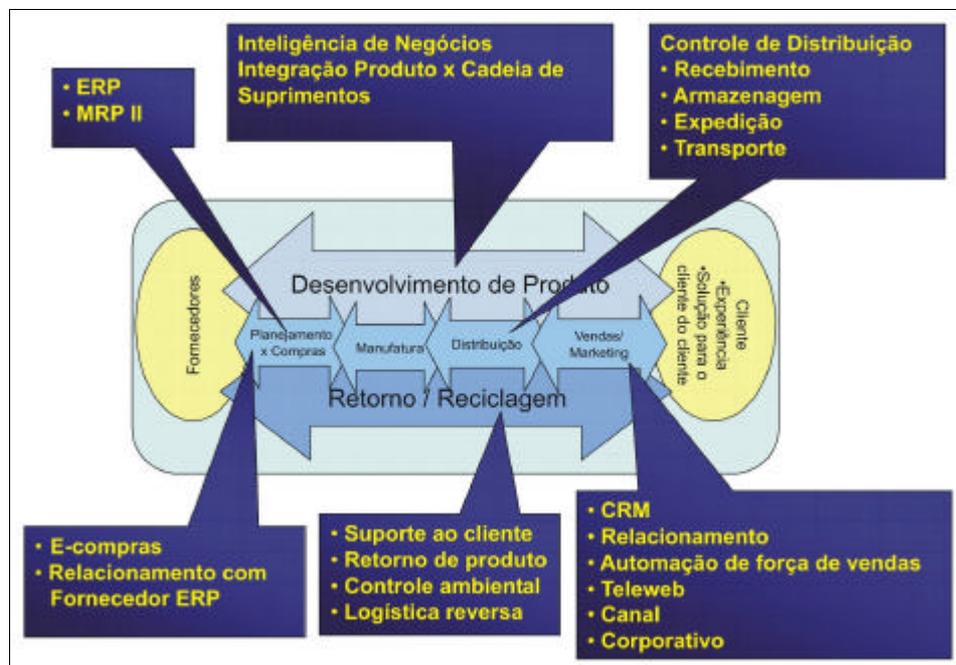


Figura 22 - Cadeia de Suprimentos integrada (ponta a ponta)

Portanto, uma das verdadeiras fontes de vantagem competitiva na indústria de alta tecnologia é o gerenciamento da cadeia de suprimentos voltada ao mercado, ajudando a gerar vantagens competitivas e formando a imagem da empresa junto a clientes, fornecedores e meios especializados de comunicações. No caso do acordo entre a HP e a Flextronixs, é extremamente importante, principalmente aqui no Brasil onde se faz um trabalho de meio ambiente de alto nível, tornando o Brasil o primeiro país do mundo a ter um processo completo de manufatura com reciclagem e aproveitamento de material usado como nova fonte de matéria-prima.

Na Figura 23 ilustra-se o processo integrado de Manufatura E2E, vê-se o processo de manufatura de reciclagem dos produtos que envolve as seguintes etapas: Coletar o material utilizado no mercado.

Recolhimento de Impostos

Desembalagem

Desmontagem

Separação

Descaracterização

Destinação

Certificação



Figura 23 - Reciclagem – Processo de operação

Outro ponto muito importante no gerenciamento da cadeia de suprimentos é analisar a cadeia como um todo, do ponto de vista de valorização do mercado para os acionistas. No gerenciamento da cadeia de suprimentos deve-se levar em consideração pontos críticos do sistema, os resultados podem ser extraordinariamente bem sucedidos e ajudar a consolidar a empresa no mercado.

2.3.1 Estratégias de gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

Naturalmente, existem diversas estratégias de gerenciamento de cadeia de suprimentos. Neste trabalho, é apresentada a estratégia da HP, do ponto de vista do segmento de imagem e impressão. Divide-se esta estratégia em quatro objetivos claros:

- a) Gerenciamento agressivo do negócio de imagem e impressão
- b) Manter a liderança de impressoras
- c) Entregar o melhor aos clientes com a melhor experiência de compras
- d) Ser o melhor lugar para se trabalhar

Dando seqüência a estes objetivos, seguem-se alguns princípios que devem ter norteado toda esta estratégia:

- a) O menor custo de gerenciamento da cadeia de suprimentos
- b) A necessidade dos clientes define o desenho da cadeia de suprimentos
- c) Remover os nós da cadeia de suprimentos
- d) Substituir inventário por informações
- e) Alinhar-se com os parceiros externos
- f) Aumentar a velocidade da cadeia de suprimentos
- g) Pensar globalmente e operacionalizar localmente

A seguir, são relacionadas às estratégias para concretizar estes objetivos e princípios:

- a) Definir uma cadeia única de suprimentos para diferentes produtos.
- b) Desenvolver uma estratégia e implementar o programa de distribuição reversa
- c) Desenvolver uma estratégia e implementar o programa de reciclagem
- d) Implementar um único ponto de contato para os clientes
- e) Implementar a tecnologia de RFID
- f) Desenvolver vendas diretas ao cliente
- g) Integração estratégica com os parceiros

2.3.2 Medidas chave no gerenciamento da cadeia de suprimentos

- a) Custo do gerenciamento da cadeia de suprimentos
- b) Custo por unidade embarcada
- c) Disponibilidade de produto
- d) Crédito
- e) Custo dos retornos
- f) Entrega dentro do prazo
- g) Custo de reciclagem
- h) Adversidade

2.3.3 Princípios

Menor custo de gerenciamento da cadeia de suprimentos

O custo do gerenciamento da cadeia de suprimentos deve ser controlado de forma universal, ou seja, analisando os custos E2E e dinamicamente, ou seja, precisa ser analisado constantemente devido à oscilação do mercado. Nesta análise, deve ser levado em consideração qual o impacto na cadeia de valor para o produto final que será entregue ao cliente.

Embora os custos devam ser analisados de forma universal, a HP define como os custos mais importantes da cadeia de suprimentos os seguintes:

Custo de distribuição

São os custos associados à distribuição de produtos no mercado ligados a planejamento, desenvolvimento da cadeia de suprimentos, custo para levar o produto até o mercado, custos de almoxarifados e logística, custos da área de importação/exportação e custos com qualidade.

Custos com manufatura de produtos

Trata-se dos custos relacionados à manufatura, planejamento, engenharia, compras, ferramentaria, almoxarifado de matéria-prima e pesquisa e desenvolvimento.

Custos de importação/exportação

Trata-se dos custos com frete na área de recebimento, expedição, almoxarifado, despachantes e serviços aduaneiros, taxas e pagamento de pessoal de importação e exportação.

Custos com inventário

Neste caso, trata-se dos custos de desvios no processo e que são relacionados ao inventário como: produtos sucateados por qualquer razão; material obsoleto; padronização de custos; variação de preços, diferença de quantidade; ajuste de inventário e retrabalho.

De modo geral, estes são os principais fatores envolvidos em custos com gerenciamento da cadeia de suprimentos.

A exigência dos clientes define o desenho da cadeia de suprimentos.

Trata-se de incluir os resultados das pesquisas de relacionamento com os clientes na cadeia de suprimentos, transformando-os em requisitos que venham a melhorar o desempenho da cadeia como um todo e cujos objetivos são: ampliar o relacionamento com o mercado, aumentar a satisfação dos clientes e entregar o melhor em experiência total ao cliente, relacionando-se com a empresa.

Remover nós da cadeia de suprimentos

Redução de nós na cadeia de suprimentos reduz dois pontos importantes de ineficiência na cadeia de suprimentos os custos relacionados ao inventário e pessoal para manuseá-lo e reduz o tempo do ciclo da cadeia de suprimentos, tornando-a mais ágil e, naturalmente, mais competitiva.

Substituindo inventário por informações

O inventário físico é mais caro do que a informação. O desafio, neste caso, é tratar de gerenciar as necessidades do mercado através da demanda real, de modo a fazer fluir as informações em tempo real e com acurácia, de tal forma que permita fazer um gerenciamento virtual da cadeia de suprimentos e, com isto, evitar trabalhar com inventário físico e, sim, com informações, permitindo diminuir o valor do inventário e maximizar o corte no tempo do ciclo.

a) Alinhar-se com os parceiros externos

Estabelecer uma aliança estratégica com os parceiros externos permite transferir o que não é a essência do negócio para fornecedores com maior escala e mais habilidades de executar tais tarefas. Com isto, os riscos são divididos com outros parceiros e aumenta-se a competitividade no mercado.

b) Aumentar a velocidade da cadeia de suprimentos

Torna-se cada vez mais imperativo para uma indústria de sucesso. Entretanto, para conseguir resultados duradouros, deve se iniciar já no desenvolvimento de novos produtos. Para isto, deve-se desenvolver um produto que seja adaptável, simétrico aos meios de transporte que serão utilizados e a disposição dos produtos no ponto de venda. Mas isso não é suficiente. Para tornar um produto competitivo, precisa-se levar em consideração que fabricar um produto usando matéria-prima que dê condições de ser reciclável é extremamente importante para tornar um produto competitivo no mercado. Imagine vender um produto, enviá-lo ao mercado, trazê-lo de volta e utilizar o produto velho para transformar-se em matéria-prima e refabricar um novo produto. Os benefícios, neste caso, seriam incríveis, considerando que se está ajudando a manter a natureza, preservando o planeta e, ao mesmo tempo, abastecendo o mercado com produtos de alta tecnologia.

Eficiência no fluxo de informações na cadeia de suprimentos é outro fator importante para agilidade. Neste fluxo de informações, são necessários dados tais como: informações sobre os clientes; termos e condições dos contratos; disponibilidade de produtos, disponibilidade de crédito; lista de preços; disponibilidade de sistemas; logística completamente integrada à cadeia de suprimentos e um sistema de transporte flexível para entregar produtos no lugar que o cliente requer.

Entretanto, deve-se levar em consideração o aumento da velocidade da cadeia de suprimentos, sem descuidar dos custos diretos e isto se nota, principalmente: no custo de inventário, fretes, armazenagem, impostos, modal escolhido para o transporte do produto, custo de manufatura, custos de suporte, custo de garantia, além de considerar também os custos e

oportunidades de reciclagem dos produtos usados no mercado como forma de aumento de vendas e consolidação de mercado.

Ainda em relação à cadeia de suprimentos, no que tange a resposta rápida às mudanças em níveis de demanda e de tecnologia que o mercado requer, precisa-se estar sempre na vanguarda da tecnologia tanto no desenvolvimento de produtos, como na flexibilidade para suprir o mercado.

Pensar globalmente, mas agir localmente

Este tema tem sido muito discutido ao longo do mundo, nos últimos anos, com o efeito da globalização. Na prática, torna-se pouco visível, realmente, a existência de políticas eficientes neste sentido. Assim, o que precisa ser feito é desenvolver processos globais capazes de atender a demandas locais com um mínimo de customização. O ideal é que os mesmos processos possam atender o mundo inteiro, mas sabe-se que, devido a políticas dos países que na maioria das vezes são diferentes, e bem diferentes, necessita-se de um ajuste para operação em cada país ou regiões. Na América Latina, no caso de Brasil e México, sempre é necessário customizar, sendo o Brasil o país mais complexo. Nos demais países, de maneira geral, consegue-se utilizar o mesmo processo para atendimento e suporte ao cliente.

Desenvolvimento de produtos para usar a mesma cadeia de suprimentos

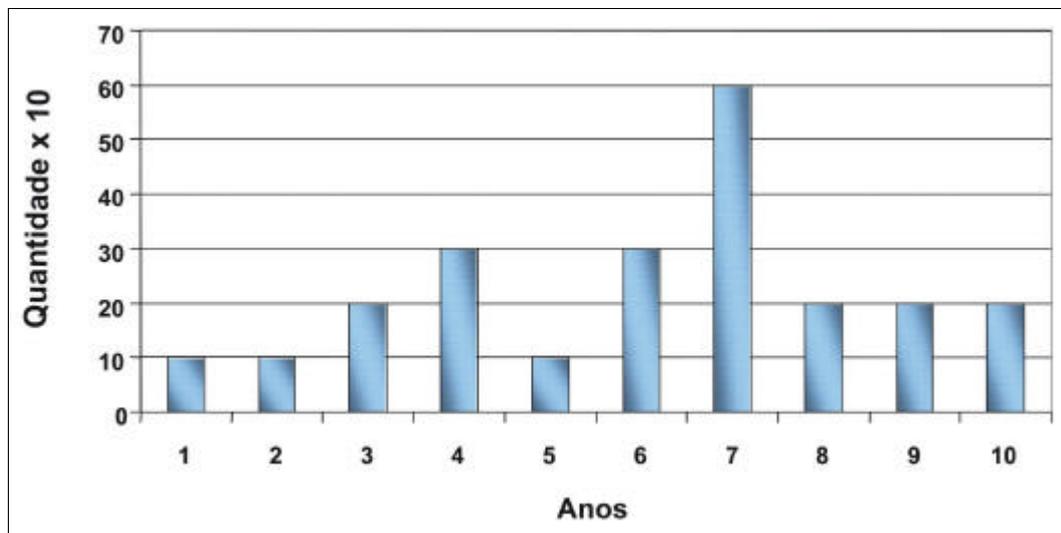
Naturalmente, em uma indústria de alta tecnologia, existem diversas linhas de produtos. Estas linhas distintas de produtos destinam-se a clientes diferentes, com soluções diferentes. Assim, torna-se quase que imperativo desenvolver produtos que possam fluir pela mesma cadeia de suprimentos como forma de eliminar custos duplicados e ganhar escala na movimentação dos produtos seja com fretes, com armazenagem ou distribuição, de modo geral.

Simplificar é padronizar os processos entre as diversas categorias de produtos, entre a empresa de alta tecnologia e os fornecedores terceirizados (CMs) - que manufacturam os produtos para serem distribuídos. Distribuir cotas entre dois ou mais fornecedores garante competitividade em custos, em tempo de ciclo ponta a ponta, na cadeia de suprimentos. Com isto, permite-se levar os produtos ao mercado de forma mais competitiva.

Planejamento colaborativo ao longo da cadeia de suprimentos

A idéia de trabalhar com o processo de planejamento colaborativo requer, primeiramente, informações da cadeia de suprimentos de ponta a ponta, ou seja, desde o momento em que o cliente faz um pedido até o recebimento do produto pelo cliente. E agora, estende-se também até a reciclagem de produtos, chegando a estar no mercado por até 10 anos (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Idade dos produtos no mercado brasileiro*



[*Pesquisa do mercado brasileiro de agosto de 2005 - Amostra 2600 produtos]

Para tanto, é necessário integrar a indústria ao canal de distribuição em função dos diferentes modelos de negócios e com a parte interna do processo da cadeia de suprimentos a fim de manter um nível de informação completamente integrado e que permita tomar decisões que forem necessárias, de acordo com a estratégia de distribuição. Com isto, espera-se que os canais de distribuição tenham confiança no recebimento dos produtos, de acordo com o planejado, com o menor custo, naturalmente influenciado pelo nível de inventário que deve diminuir. Um dos pontos fracos que tem sido notado no planejamento colaborativo com reposição automática está relacionado com os competidores. Muitas vezes, os competidores lançam produtos no mercado como promoções com descontos e condições de pagamento muito vantajosas, o que, naturalmente, faz com

que os clientes mudem momentaneamente suas opções de compras. Com isto, incorre-se em custos de proteção de preços e obsolescência. O fato é que não se pode prever, com certeza, quando a concorrência irá lançar produtos para atacar o mercado. Assim, a reposição automática pode funcionar contra os objetivos dos negócios.

Cadeia de suprimentos para venda direta ao consumidor final

Os volumes de vendas diretas através de páginas da Web devem continuar a crescer em torno de 15% ao ano, mas isso não quer dizer que os demais canais de distribuição tais como as contas globais, contas corporativas e o varejo deixarão de existir. Muitos clientes querem comprar diretamente do varejo, querem ver e tocar no produto antes de tomar a decisão final. Para o crescimento do canal direto, deve-se entender a experiência que o cliente tem com sua cadeia de suprimentos e o que realmente precisa colocar a funcionar a fim de suprir estas exigências.

Único ponto de contato para os varejistas

O fato de existir um único ponto de contato com varejistas não significa que exista apenas um processo, com as mesmas medidas de desempenho e condições de negócios. Na verdade, o processo para atender os varejistas pode mudar de acordo com as condições de contrato e a política aplicada ao varejista. Naturalmente, os clientes com maior domínio de mercado, e maior capacidade de cobertura, têm condições melhores que clientes com uma cobertura menor. Por exemplo, um cliente como o Grupo Pão de Açúcar, com quase 600 lojas distribuídas pelo Brasil, tem condições comerciais mais vantajosas que um cliente com menor cobertura geográfica. Por outro lado, as medidas de desempenho da relação da empresa com os clientes, por exemplo, o limite de crédito está relacionado ao tamanho da organização do varejista, à capacidade de pagamento e ao ciclo de venda dos produtos no mercado.

Estabelecendo-se um único ponto de contato com cliente, cria-se uma cultura única no mercado. Estabelecendo-se um relacionamento de longo prazo e que visa cativar o cliente e mantê-lo sempre em relacionamento com a empresa, buscando soluções para os problemas de mercado.

Integração estratégica com os parceiros

Na indústria de alta tecnologia, nos tempos de globalização, não existe mais condições de trabalhar sozinho. Sempre existirá alguma empresa que é melhor em determinados segmentos de atuação. Por exemplo, não faz sentido ter um departamento de logística na organização para fazer a distribuição de produtos. Na prática, o que ocorreria é ter-se uma empresa a mais para gerenciar. Para a distribuição de produtos, é muito melhor utilizar uma empresa especializada em logística e dividir os custos com outras empresas e associar a habilidade e experiência a favor do negócio. Integração estratégica com os fornecedores é muito mais do que a simples contratação de uma empresa para prestação de serviços. Aliança estratégica explora a relação de cooperação *versus* agregação de valor na cadeia de suprimentos, e tem-se de levar em consideração os pontos fortes do seu negócio e as fraquezas da concorrência. Mais do que contratar uma empresa, necessita-se criar na empresa de alta tecnologia uma cultura de alianças com vantagens competitivas de ambos os lados, e sempre ter em mente que o foco de necessidade dos clientes está sendo redirecionado para atingir os objetivos dos negócios dos clientes. Portanto, a idéia de alianças estratégicas é mais ampla do que se imagina e vem se transformando a cada dia com uma velocidade não percebida por muitos na indústria. Um exemplo claro disto é a integração ponta a ponta de um fornecedor de montagem de produtos eletrônicos, que agora busca a integração desde o momento em que se compra matéria-prima até o momento de trazer de volta os produtos velhos com 3, 5 e até 10 anos de vida e transformá-los em matéria-prima para novos produtos, através da indústria da reciclagem que está se tornando uma realidade no mundo.

Retornos

Retornos constituem uma fonte de desperdício de recursos humanos, tempo, dinheiro e, sobretudo, o aumento da insatisfação dos clientes. Minimizar os retornos é indicativo de uma cadeia de suprimentos bem controlada, com processos bem definidos e com medidas de desempenho entendidas pelos operadores do processo. Outro ponto importante a ser tratado em relação a retornos diz respeito ao fato de que muitos dos clientes

não lêem o manual do proprietário do produto. Não sabem como o equipamento funciona ou deveria funcionar e, na maioria das vezes, fazem queixas que não fazem nenhum sentido. Na Hewlett-Packard, fez-se um levantamento em toda a América Latina com relação a esta questão e a conclusão a que se chegou é que em 50% dos produtos retornados não existia nenhum defeito. Imagina-se quanto custo e insatisfação ao cliente este fenômeno causou. A solução para tal efeito foi fazer uma triagem dos produtos dos clientes nos pontos de venda, analisando a queixa, indicando a solução apropriada e somente nos casos que realmente requerem um especialista é que o produto é colocado à disposição da assistência técnica.

É imperativo reduzir os custos com retorno na indústria de alta tecnologia, para tornar a cadeia de suprimentos mais competitiva, dar mais flexibilidade de preços à equipe de vendas e aumentar a satisfação dos clientes, com conseqüente ganho de mercado.

RFID

Para a indústria é uma nova aplicação, embora a tecnologia já seja conhecida desde 1948, mas apenas agora torna-se possível utilizá-la em escala industrial. Há 20 anos, surgiu o código de barras que tem uma larga aplicação até hoje. A indústria de alta tecnologia está trabalhando de alguma forma para utilização de RFID em seus produtos. RFID permite ler etiquetas com produtos em movimento nas quais se gravam informações importantes como data de validade dos produtos, peso, lote de embarque, cliente de destino, origem, enfim, uma gama muito extensa de aplicações. Já existem aplicações de RFID em pedágios e automóveis – aqui no Brasil é chamado de “sem parar”.

Esta tecnologia permitirá ter melhor acompanhamento dos produtos na cadeia de suprimentos, maior precisão e controle de inventário, pois é uma tecnologia sem fio, o que facilita muito a operação interna nas empresas (BHUPANI; MORADPOUR, 2004).

Neste trabalho, esta é uma das tecnologias utilizadas, e um próximo capítulo será dedicado a discuti-la, entendê-la e, finalmente, será apresentado um exemplo de aplicação na cadeia de suprimentos.

Experiência total dos clientes

Dando continuidade à importância da cadeia de suprimentos para o negócio, será abordada a “Experiência Total dos Clientes” com a empresa. Na área de alta tecnologia, tem-se uma preocupação muito grande com este tema, levando-se em conta que a competição está cada vez mais acirrada. No mundo, a quantidade de produtos que entra e sai do mercado é muito grande e, considerando que a vida e o tempo de ciclo de vida de um computador pessoal giram em torno de quatro meses, neste período, produtos com outras características mais atrativas podem entrar no mercado e o cliente tem uma nova opção de compra. Assim, como se tem a cadeia de suprimentos tem-se a cadeia de entrada e saída de novos produtos no mercado, em diferentes fases, desde a concepção do produto, ou seja, o desenho, desenvolvimento até a retirada do produto do mercado e a reciclagem.

Além disto, a transformação dos negócios na indústria de alta tecnologia é rápida e ao mesmo tempo muito desafiadora, muitos produtos morrem mesmo antes de chegarem ao mercado (WIEFELS, 2006). Outros produtos não conseguem evoluir e ser aceito dentro do mercado de consumidores o que torna o custo do desenvolvimento bastante significativo, veja a evolução dos produtos até o fim de sua vida e as fontes de informações para continuar a criar novos produtos a serem lançados no mercado na Figura 24 abaixo.

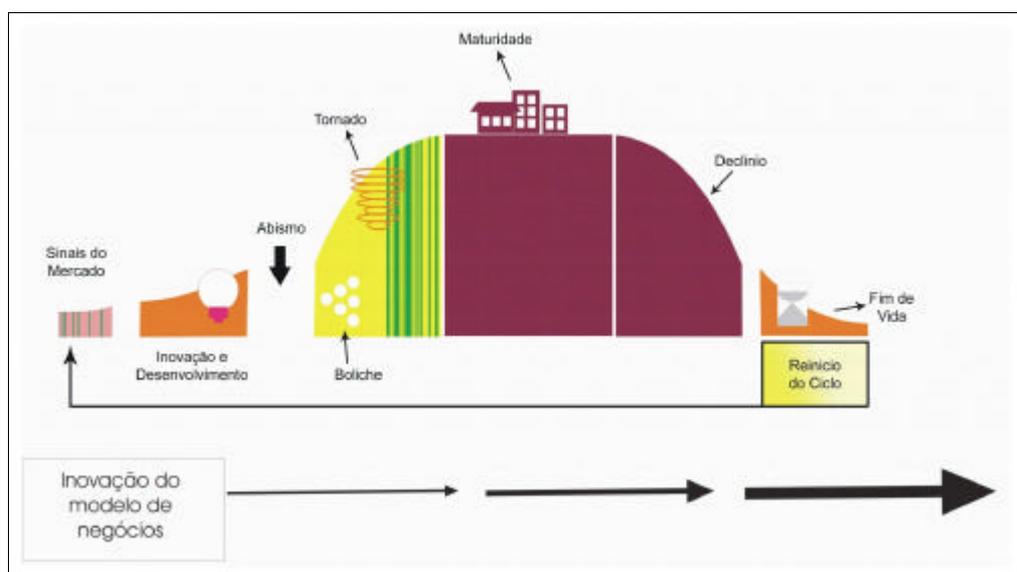


Figura 24 - Cruzando o abismo [FONTE: Wiefels, 2006]

Portanto, o sucesso da “Experiência Total dos Clientes” leva ao sucesso dos negócios. Uma experiência total dos clientes insuperável pode ser definida pelo cliente como:

- Ouvir verdadeiramente os clientes, removendo todas as barreiras entre a empresa e o mercado.

- Criar soluções para os clientes.

Ser uma empresa centrada em produto e cliente.

Basicamente, para o gerenciamento da Experiência Total do Cliente exigem-se três grandes grupos de atenção.

Experiência total do cliente (ETC) – é o que o cliente pensa da empresa, como resultado de suas interações como pessoas, produtos, serviços e soluções. Mede-se a experiência total do cliente para monitorar o desempenho e acompanhar o progresso.

Gestão total do cliente (GEC) – é o que se faz no âmbito da empresa para causar impacto na experiência do cliente. Trata-se de unir todos os produtos, serviços, pessoas e processos necessários para corresponder às perspectivas do cliente.

Gestão do relacionamento com o cliente (GRC) – é o uso da estratégia da informação, tecnologia e processos para gerenciar a relação do cliente durante seu ciclo de vida. O propósito do GRC é maximizar o valor do bem do cliente, inclusive lealdade, receita e lucro.

Basicamente, existem dois segmentos muito fortes no mercado de relacionamento com os clientes:

Experiência do cliente transacional

Trata-se de um ciclo de vida integrado que permite que o cliente adquira e use os produtos ou serviços da HP através do canal de sua escolha, de forma fácil e rápida. Neste caso, trata-se da venda de produtos commodities tais como impressoras, plotters, papel, cartucho, etc (Figura 25).



Figura 25 - Ciclo de vida do cliente transacional

Experiência do cliente consultivo

Trata-se de um ciclo de vida integrado que permite que o cliente e a HP definam e desenvolvam soluções completas de negócios, através de um processo de identificação de necessidades, criação de soluções, implantação e suporte através dos canais apropriados (Figura 26).



Figura 26 - Ciclo de vida do cliente consultivo

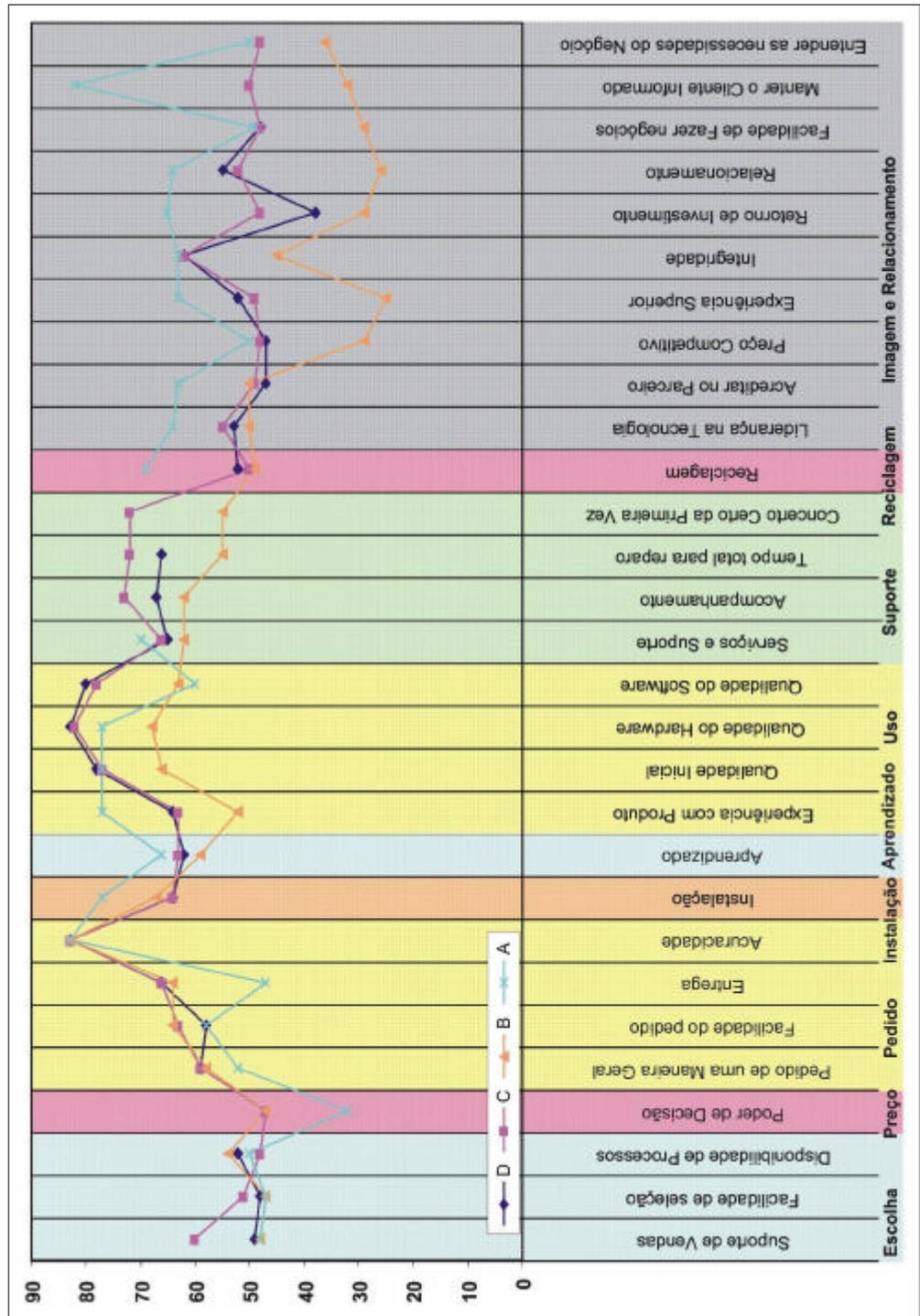
Para melhor entendimento das diferenças entre as duas situações, veja (Quadro 2) comparativo, a seguir:

Quadro 2 - Comparação entre venda transacional e consultiva

Quesito	Transacional	Consultivo
Divulgar	Conheço os produtos da HP	Sei quem vocês são e que valores oferecem
Escolher	Posso encontrar facilmente os produtos e serviços certos para o meu negócio	Vocês me ajudam a descobrir e criar a melhor solução, rapidamente
Pedir	Posso obter facilmente todos os produtos HP de um só lugar a preços competitivos	Posso solicitar, de forma rápida e fácil, toda a minha solução através do meu contato na HP
Instalar/Entregar	Chegou rapidamente e em tempo! Tudo funcionou sem demora	A solução e os recursos para instalação chegaram quando precisava
Aprender	Seus produtos são tão intuitivos que aprendi a usá-los imediatamente	Vocês me ajudam a colocar tudo em pleno funcionamento, sem parar os meus negócios
Usar	Confiável, funciona e dependemos dele para manter a nossa produtividade. Gostamos dos seus produtos e serviços	Suas soluções se ajustam aos meus processos de negócio e vocês fazem recomendações úteis sobre como aumentar nossa eficiência
Suporte	Vocês oferecem acesso a awareness para solucionar meus problemas rapidamente – além de estarem a um telefonema ou a um clique de distância	Vocês trabalham comigo para evitar falhas e estão sempre ao meu lado quando preciso. Vocês nos deixam longe dos problemas
Disponibilizar/Utilizar	Meus negócios evoluem rapidamente com a HP	Vocês conhecem meus negócios e recomendam novas soluções que me mantêm competitivo

Finalmente, para encerrar a evidência da importância da cadeia de suprimentos na estratégia do negócio, ilustra-se, a seguir, uma pesquisa comparando os quatro maiores concorrentes de alta tecnologia do mercado brasileiro, mostrando desde o início do processo da cadeia de suprimentos até a impressão deixada no mercado pela utilização dos produtos, soluções ou serviços intitulados de imagem e relacionamento (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Comparação do desempenho da cadeia de suprimentos pelos competidores



Pode-se analisar vários tópicos importantes para estabelecer um relacionamento com o mercado os quais são explicados em maiores detalhes com intuito de facilitar a compreensão total do ciclo de relacionamento com o mercado da cadeia de suprimentos:

O primeiro tópico muito importante que não fez parte da pesquisa, mas que é mostrado nos gráficos anteriores sobre ciclo de vida do cliente tanto o transacional como o consultivo, é o Awareness (Conhecimento dos produtos no mercado, informação sobre os produtos).

a) Divulgação

O cliente está conhecendo a tecnologia, a capacidade e a posição de mercado, bem como o portfólio de produtos ofertados. O contato ocorre através de pesquisa e comparação com os concorrentes. Tipicamente, são informações aos clientes através de ações de marketing em mídia, apresentações em eventos e materiais de casos de sucesso.

b) Escolha

No item escolha, são considerados três tópicos:

Suporte de pré-vendas

Facilidade de seleção

Disponibilidade de produtos

Neste caso, o cliente quer investigar a aplicação do potencial que a HP possui e que possa se traduzir, na prática, em benefício para o seu negócio.

Nesta fase, o cliente já identificou a HP como um potencial fornecedor e o está chamando para uma conversa ou para solicitar uma proposta. Esta fase, de pré-vendas, inclui: entendimento da necessidade do cliente; levantamento e desenho da solução e apresentação da primeira proposta. O setor de vendas procura identificar o caminho crítico de decisão do cliente, estabelecendo relacionamento com as pessoas de decisão no cliente, bem como com a rede de influência para que aquele negócio aconteça e seja favorável para a HP.

c) Preço

Estuda-se o poder que o gerente de vendas/relacionamento com o mercado tem para decidir sobre as condições de negócios, o quão flexível é o processo decisório, e quão rápido aceita-se ou se recusa uma oferta.

d) Pedido

Nesta fase, basicamente, são envolvidos quatro tópicos importantes em uma negociação:

Pedido de uma maneira geral

Facilidade de colocação do pedido

Entrega

Precisão do pedido

Quando este fato ocorre, a HP já foi escolhida como fornecedor para o projeto ou cliente em questão. Neste ponto, o cliente já não aceita mais propostas, não olha mais o mercado e concentra-se nos detalhes formais da negociação, tais como contrato e condições de pagamento, flexibilidade de entrega, etc.

Paralelamente, várias atividades ocorrem no sentido de atender as expectativas do cliente que foram condições para se vencer a concorrência, assim como:

Jurídico: Finalização do contrato e assinatura

Equipe de implementação: Desenho de cronograma de implementação

Planejamento: Alocar material de acordo com o cronograma de entrega

Crédito: Formalização da análise de saúde financeira do cliente.

e) Instalação/Entrega

Implementação, que ocorre depois do contrato assinado.

- Registro do pedido
- Mobilização da equipe de implementação;
- Entrega dos produtos e acordo com o cronograma;
- Instalação em todos os pontos;

f) Aprendizado

Nesta fase, o cliente confere alguns pontos com relação ao desempenho do produto ou solução.

O cliente quer por a prova o sistema e conferir se, realmente, o projeto vai trazer os benefícios esperados.

O aprendizado do cliente na utilização dos produtos e serviços.

Ajustes e anexos de contrato para buscar maximizar a satisfação dos usuários

g) Uso

Esta fase, normalmente, está dividida em quatro tópicos analisados pelo cliente:

Experiência com o produto

Qualidade inicial (“start up”)

Qualidade do Hardware

Qualidade do Software

Nesta fase, o cliente espera os primeiros resultados do projeto.

h) Suporte

Neste tópico, o cliente analisa, basicamente, os seguintes tópicos:

Qualidade dos serviços de suporte em geral

Acompanhamento dos pedidos

Tempo total gasto para reparo

Concerto certo da primeira vez

O cliente testa a qualidade do serviço em momentos críticos. É o trabalho da equipe de suporte que vai ajudar nas renovações ou indicar expansões para o projeto.

i) Reciclagem/ Atualizações

Trata-se da fase cuja capacidade de administrar o relacionamento com o cliente, propondo expansões, renovações antecipadas, novos projetos e novas tecnologias para assegurar a participação nos negócios do cliente, levando valor da nossa marca e nossa vantagem competitiva.

A reciclagem apropriada dos produtos usados passa a ser um ponto de diferenciação na área dos negócios.

j) Imagem e Relacionamento

Neste ponto, basicamente, o cliente analisa os seguintes tópicos:

Liderança na tecnologia

Confiança no parceiro

Preço competitivo

Experiência superior

Integridade

Retorno do investimento (ROI)

Relacionamento

Facilidade de fazer negócios

Manter o cliente informado

Entender as necessidades do negócio

Analisando estes pontos, os clientes formam uma opinião a respeito das organizações e, com isto, constrói-se a imagem da empresa no mercado.

2.4 Revisão de artigos publicados mundialmente

Além da literatura clássica explorada e citada ao longo desse trabalho, pesquisou-se o site <http://www.sciencedirect.com> na busca por artigos relacionados com a pesquisa desenvolvida sobre a Cadeia de Suprimentos.

Foram encontrados 71 artigos relacionados à Cadeia de Suprimentos para a Indústria de Informática. Os artigos foram divididos e agrupados da seguinte maneira: a) disponibilização de informações dentro da Cadeia de Suprimentos, 17 artigos (23%), b) Tecnologia de Informações (ERP, sistemas) 26 artigos (36%); c) Manufatura e Reconfiguração de Produtos, 13 artigos (18%); d) Troca Eletrônica de Informações (EDI) 12 artigos (16%); e, e) Logística, três artigos (7%).

a) Disponibilização de Informações dentro da Cadeia de Suprimentos

Relaciona-se a este grupo de artigos temas envolvendo casos e estudos relacionados a disponibilizar informações sobre a Cadeia de Suprimentos com o objetivo de tornar mais fácil e eficiente a tomada de decisões. Com o aumento significativo do volume de informações ao longo da Cadeia de Suprimentos torna-se mandatório obter informações em tempo real para otimizar a Cadeia de Suprimentos entre clientes e fornecedores externos e informações referente aos diferentes organizações dentro da empresa. Embora não se tenha notícia de um sistema de informações eficiente como almejado pela indústria de alta tecnologia este tema tem sido explorado por pesquisadores do mundo inteiro.

Desta forma dados sobre embarques, recebimentos, rendimento de manufatura, entrega de produtos ao cliente, planejamento, distribuição, dados de mercado, desenvolvimento de produto, e logística reversa tiveram estudos publicados em diversos jornais mundias edentifica-se para esta pesquisa os seguintes trabalhos: HUMPHREYS et al., 2001; SEO et al., 2002; BARUT et al., 2002; OTTO,KOTZAB, 2003; KULMALA et al., 2002; SANDERS, MANRODT, 2003; VICKERY et al., 2003; OVALLE, MARQUEZ, 2003; GHIASSI, SPERA, 2003; LI et al., 2005; MANGINA, VLACHOS, 2005; SAHIN, ROBINSON Jr. et al., 2005; GEORGIADIS et al., 2005; FIALA, 2005; LIANG, HUANG, 2006; BURKE, GAUGHRAN, 2006; ZHANG et al., 2006.

b) Troca de Informações Eletrônicas (EDI)

Com o surgimento da Internet surgiu uma nova modalidade de negócio que vem sendo realizado no mundo inteiro, que é o comércio eletrônico. Existem sites famosos que são considerados os 15 sites que mudaram o mundo publicado na revista Carta Capital n° 408, p. 10-8, de 30 de agosto de 2006, sob a autoria do reporter John Naughton. Os sites considerados neste estudo foram: Ebay, Wikipedia, Napster, You Tube, Blogger, Friends Reunited, Drudge Report, Myspace, Amazon.com, Slashdot, Salon.com, Uol, Cadê, Submarino, Craigslist, Google, Yahoo e Easyjet.

Nestes sites faz-se todas as transações comerciais possíveis, de acordo com a legislação de cada país onde estão operando com pagamentos eletrônicos, vendas de produtos eletrônicos, controle de entrega de produtos ao cliente etc.

Os seguintes artigos foram identificados: RAO, 2000; ABERNATHY et al., 2000; PLOUFFE et al., 2001; GUNASEKARAN et al., 2002; YEN, 2002; HILL, SCUDDER, 2002; YEN et al, 2002; GRIEGER, 2003; BOYSON et al., 2003; YAO, LIU, 2005; GUNASEKARAN et al., 2006.

c) Logística

Dentro da Cadeia de Suprimentos a Logística é extremamente importante para garantir a entrega dos produtos ao destino final, desempenhando um importante papel considerando-se que no caso do Brasil os custos de operação dos Centros de Distribuição estão subindo muito rápido. Dentro das funções de Logística vem sendo agregado, nos últimos cinco anos, as funções relacionadas a trazer produtos velhos do mercado e transformá-los em matéria-prima novamente ou seja reciclados.

Neste grupo de artigos encontra-se: PAUL, 2000; DAUGHERTY et al., 2005; SEGGIE et al., 2006,

d) Tecnologia de Informações (TI)

Nos últimos 20 anos deu-se início a utilização de sistemas para facilitar os negócios das indústrias de um modo geral. Mas na última década dentro da indústria de informática houve o início da utilização do ERP como forma de integração da Cadeia de Suprimentos. Na verdade, isto ajudou mas não resolveu o problema. Diversos artigos foram escritos e publicados sobre este tema focando, especialmente, a Tecnologia de Informações aplicadas a Cadeia de Suprimentos, sem contudo, garantir a agilidade esperada pelo mercado devido a diversos nós dentro da Cadeia de Suprimentos. Estes nós podem ser físicos como ponto de embarque dentro das fábricas, alfândegas, Centros de Distribuição e os nós virtuais gerados pela interligação entre os parceiros e contratados.

Dentro deste contexto foram encontrados os seguintes artigos: SACKETT, McCLUNEY, 1992; CUNNIGHAN, TYNAN, 1993; GUNASEKARAN, NATH, 1997; SALIN, 1998; CHANGS, VISSER, 1998; KOKURYO, 1999; HOFFMAN, 2000; CARSON et al., 2001; TSERNG, lin, 2002; SCHINEIDER, MARQUARDT, 2002; CARAYANNIS, SAGI, 2002; SUNDARRAJ, TALLURY, 2003; BYRD, DAVIDSON, 2003; GAYALIS, TATSIPOULOS, 2004; YUSUF et al. 2004; MAHAJAN, VAKHARIA, 2004; SHEY et al., 2004; GUNASEKARAN, NGAI, 2004; GOEL et al., 2005; HUNT et al., 2005; WHITE et al., 2005; PRATER, GHOSH, 2006; THEODOROU, FLOROU, 2006; LAI et al., 2006; WONG et al., 2006; WU et al., 2006; FORMAN et al., 2006.

e) Manufatura e Reconfiguração de produtos

Com a globalização da manufatura de produtos de alta tecnologia vários fenômenos começaram a surgir como, por exemplo, manufaturar na Asia produtos para serem vendidos nos resto do mundo, ou o Japão manufaturar produtos na China devido ao baixo custo da mão-de-obra, etc. Com isto surgiram também a necessidade de adaptar os produtos produzidos em um único local no mundo as normas internas de cada país onde os mesmos serão comercializados conhecido como Reconfiguração ou Localização de produtos.

Dentro deste contexto encontra-se disponível os seguintes artigos: THOMAS, GRIFFIN, 1996; MAY, CARTER, 2001; ANDERSON Jr., 2001; STEFANSSON, 2002; CHOY et al., 2002; SHEU, 2002; CHANG, 2002; FORZA, SALVADOR, 2002; CHUNG et al., 2004; GUNASEKARAN et al., 2005; GUNASEKARAN. NGAI, 2005; KOTHARI et al., 2006; WONG et al., 2006.

Fazendo uma comparação com a pesquisa realizada neste trabalho observou-se que quando foi feita a busca no site <http://www.sciencedirect.com> com as palavras chave: Cadeia de Suprimentos e Fmea encontra-se ZERO artigos, com a palavra chave Cadeia de Suprimentos e Seis Sigma encontra-se ZERO artigos, com a palavra chave Cadeia de Suprimentos e RFID encontra-se ZERO artigos com a combinação utilizada nesta pesquisa ou

seja FMEA, Seis Sigma e RFID naturalmente não existe possibilidade encontrar nada parecido uma vez que não existe artigos indexados associados a estas técnicas individualmente.

Além do mais, nesta pesquisa foi desenvolvida a metodologia CDA²PEM para suportar estas técnicas o que prova que esta pesquisa é original e única no mundo.

3

DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS EMPREGADAS NA PESQUISA

3.1 RFID

3.1.1 História

Os pensamentos científicos acreditam que o universo foi criado no instante que ocorreu o “big bang”, ou seja, quatro forças fundamentais: gravidade, eletromagnetismo e as forças nucleares fortes e fracas. Então segundos após os prótons se transformaram em massa.

Nos anos de 1800, iniciam-se os estudos das teorias da energia eletromagnética.

Em 1846 Michael Faraday propõe os primeiros experimentos sobre luz e ondas de rádio como parte da energia eletromagnética.

Em 1864 James Clerk Maxwell publica a teoria sobre campos eletromagnéticos onde conclui que a onda eletromagnética se propaga na velocidade da luz.

Em 1896, Guglielmo Marconi demonstra com sucesso a rádio telegrafia que foi capaz de comunicar-se da Europa à América atravessando todo o Oceano Atlântico e desde então o mundo não seria mais o mesmo.

No início do século 20, Ernest Alexanderson demonstrou a primeira geração de onda contínua e a transmissão de sinais de rádio. A partir de então, inicia-se a fase moderna de transmissão de rádio de uma forma totalmente controlada. Logo em seguida, em 1922, marco do desenvolvimento do radar, que emite ondas de rádio para detecção de uma localidade de um objeto pela reflexão das ondas de rádio. Esta reflexão pode determinar a posição e velocidade de um objeto. O uso militar tornou a tecnologia do radar bastante desenvolvida durante a segunda grande guerra mundial.

O RFID é uma combinação de emissão de ondas de rádio com reflexão do radar, ou seja, uma antena transmite uma onda em determinada frequência e espera reflexão pelo sinal emitido.

A década de 50 foi a explosão de estudos sobre a tecnologia RFID, principalmente para uso aeronáutico, onde os transmissores seriam usados para comunicação e entre aeronaves e base de controle, bem como entre aeronaves.

Na década de 60, surgem empresas que utilizam RFID para controle de roubo de mercadorias tais como “Sensormatic” e “Checkpoint”, e as etiquetas passivas seriam massivamente comercializadas.

Este é o marco do RFID em uso comercial, onde várias empresas, universidades e laboratórios ativamente começam a trabalhar ativamente com RFID. Desde então, RFID entrou definitivamente na telemetria, controle de tráfego, portos, animais, automação de fábricas.

A década de 90 foi uma década importante para o RFID, onde a aplicação em larga escala, mas limitada a pontos específicos em um processo da cadeia de suprimentos em diversas áreas começaram a ser implementadas, o uso em pedágio com etiquetas ativas. A padronização de protocolos de comunicação se fez necessária e regras de codificação e normas de irradiação como “Federal Communications Commission” (FCC) começa a definir as bandas de frequências para acomodar o uso do RFID.

3.1.2 O que é RFID

É uma tecnologia que permite armazenar e recuperar dados em um circuito integrado (chip), via ondas de rádio frequência.

O objetivo básico do RFID é viabilizar a captura automática da identidade e características de objetos (documentos, produtos, caixas, paletes, veículos), pessoas ou animais. A grande vantagem da tecnologia RFID com relação ao código de barras está na possibilidade de leitura das etiquetas sem visada direta, ou seja, as etiquetas podem estar embutidas em um produto ou mesmo obstruído por uma embalagem que mesmo assim ele será lido.

Todo sistema de captura de dados por RFID possui o seguinte conjunto de componentes de acordo com (FINKENZELLER, 2003):

- Leitores / Gravadores
- Antenas
- Etiquetas RFID
- Software para gerenciamento do sistema de leitura
- Infra-estrutura de instalação (Figura 27).

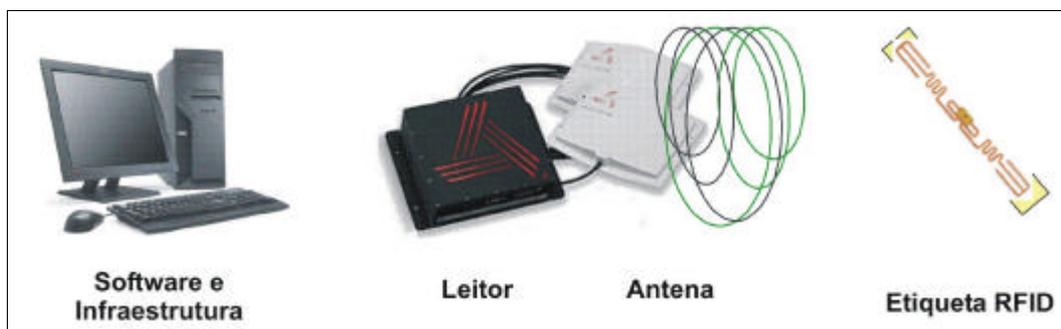


Figura 27 - O que é RFID [FONTE: www.alientechology.com]

Cabe aqui lembrar que os leitores / gravadores de etiquetas e suas antenas podem estar incorporados em impressoras de etiquetas, permitindo assim a operação simultânea de impressão gráfica na etiqueta com o processo de gravação eletrônica dos dados encapsulado dentro das etiquetas.

3.1.3 Utilização industrial do RFID

Nota-se que não se trata de uma tecnologia nova. O RFID realmente ganhou espaço durante a segunda guerra mundial (1938-1945) para evitar o então denominado “fogo amigo”. Este nome era dado para as baixas decorrentes do abate de aeronaves pelas forças armadas do próprio lado. Essas fatalidades eram decorrentes da dificuldade de se identificar aeronaves de combate que retornavam às suas bases com o equipamento de comunicação danificado durante o combate. Nasceram então, os primeiros dispositivos RFID que, alimentados por bateria, transmitiam constantemente a sua identificação a uma distância de até 300 metros.

Na década de 70, esta tecnologia foi disponibilizada comercialmente e as primeiras aplicações se concentraram principalmente no rastreamento de bens ativos (veículos, gado e equipamentos). Esses dispositivos começaram a ser mais utilizados na década de 80 com a redução de seu custo com as versões chamadas de passivas, que não empregavam uma bateria interna. Estes dispositivos, também chamados de etiquetas passaram a ser bastante utilizados em sistemas de controle de acesso perimetral (aliados ao uso de catracas e cancelas).

Mesmo assim, o grande obstáculo para utilização em massa do RFID era o seu custo. Dependendo do modelo e da aplicação a que se destinava, as etiquetas eram vendidas entre 5 e 30 dólares norte-americanos.

Em 1990, um grupo de pesquisa do Massachusetts Institute of Technology (MIT), denominado Autold Center, financiado pelas grandes empresas varejistas do mundo, iniciaram um projeto voltado a viabilizar o uso desta tecnologia na identificação de bens de consumo. Para isso, três objetivos deveriam ser alcançados: redução de custo, redução de tamanho e permitir a leitura de diversas etiquetas simultaneamente.

Durante a década de 90, com o auxílio das principais empresas de tecnologia do mundo, ocorreu uma rápida evolução desta tecnologia. A redução do tamanho foi viabilizada com o avanço da microeletrônica. A redução de custos se viabiliza com a produção em larga escala desses dispositivos. Já a capacidade de leitura múltipla, só foi alcançada com a inserção de um microprocessador (“Chip”) na etiqueta permitindo assim a implementação de um protocolo anti-colisão entre a etiqueta e o leitor. A inclusão de um processador, dispondo de memória e de um programa voltado para esta comunicação, fez com que essas etiquetas passassem a ser chamados de etiquetas inteligentes.

No ano de 2000, a empresa Gillete anunciou a compra de 500 milhões de etiquetas inteligentes pelo custo de cinco centavos de dólar cada uma.

Com isto já estava consolidada a idéia de que será um grande avanço para a Cadeia de Suprimentos conseguir trabalhar ao longo do processo ponta a ponta utilizando as etiquetas inteligentes. Para tanto, faz-se

necessário uma combinação entre Regras de Negócios, Conhecimento completo da Cadeia de Suprimentos e seus fenômenos, Análise utilizando seis sigma, FMEA para ajudar a definir onde aplicar a tecnologia RFID, um sistema integrado para gerenciamento das informações a tempo real e finalmente uma equipe treinada para a operação do novo processo da Cadeia de Suprimentos (Figura 28).

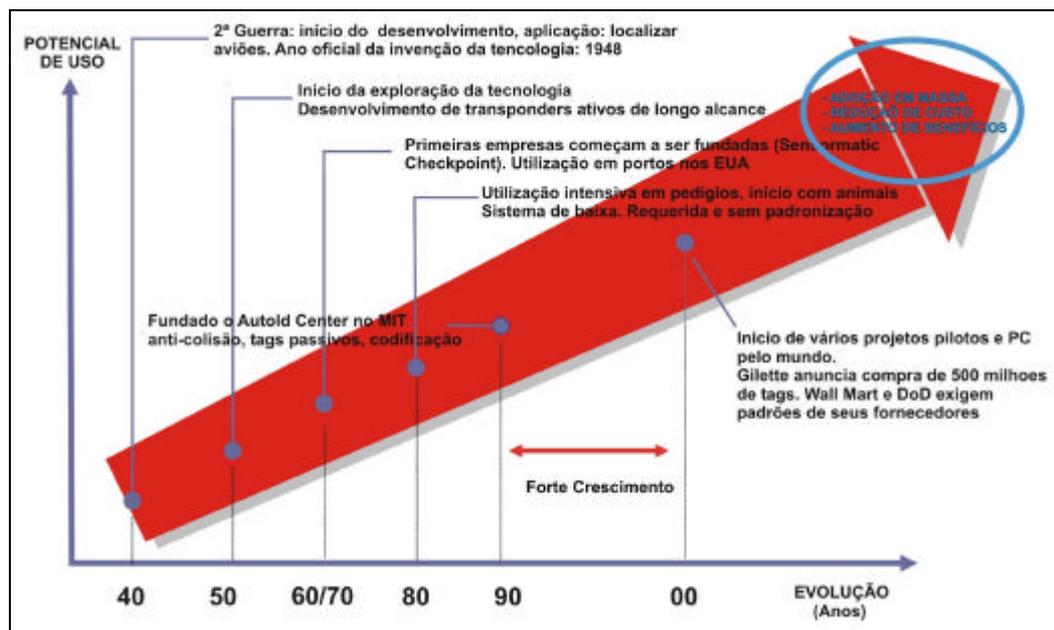


Figura 28 - Evolução histórica do RFID [FONTE: www.seal.com.br]

3.1.4 O espectro eletromagnético

Para coibir a interferência mútua entre os sistemas de comunicação existentes (e são muitos) existem normas internacionais e normas aplicadas especificamente em cada país que regulamentam o uso de cada faixa de frequência.

Em particular, para uso de dispositivos de RFID, foram definidas cinco possíveis faixas de frequência indicadas pelas linhas tracejadas no diagrama. As diferentes faixas de frequência prevêem que diferentes aplicações possam requerer comportamentos diferenciados. A distância de leitura, a maior ou menor imunidade aos obstáculos naturais de cada aplicação e a limitação para o tamanho das antenas do leitor e das etiquetas podem exigir o uso de uma ou de outra frequência mais adequada às exigências de cada situação.

3.1.5 Fatores que afetam o alcance das ondas de rádio

Os fatores que afetam o desempenho da onda de rádio estão relacionados principalmente com a frequência, tamanho/potência do dispositivo e do meio de propagação.

Basicamente, as baixas frequências tais como LF são dispositivos de tamanho maior e custo maior e menos suscetível às barreiras de líquidos e metal. Ao passo que as ondas HF são de tamanho menor, portanto de menor custo, porém mais sujeita às interferências do meio de propagação.

Quando se implanta um sistema baseado na tecnologia RFID, um dos principais fatores que limitam ou inviabilizam o desempenho do sistema é a distância de leitura, ou seja, a distância máxima entre o leitor e as etiquetas que serão lidas.

Como a comunicação entre o leitor e as etiquetas está baseada na propagação de ondas de rádio, essa distância é na realidade afetada pelos fatores presentes em todo sistema de rádio comunicação, ou seja:

- De natureza imprevisível:
 - Explosões solares
 - Umidade ambiente
- Fatores a se observar:
 - Potência do transmissor
 - Sensibilidade do receptor
 - Tipo de antenas transmissoras e receptoras
 - Barreiras / interferências físicas
 - Absorção ou atenuação, pelo ambiente
 - Distância: dobro da distância equivale a $\frac{1}{4}$ da potência

Em função desta complexidade, toda nova aplicação exige que se realize para cada ambiente e para cada classe de produtos uma série de testes de eficiência de leitura, considerando a utilização de diferentes etiquetas, antenas, tipos de leitores, e posição das etiquetas nos produtos ou em suas embalagens, para que se definam os parâmetros mais adequados de operação. Esse estudo é denominado pesquisa no local de instalação do sistema RFID ou "Site Survey" (Figura 30).

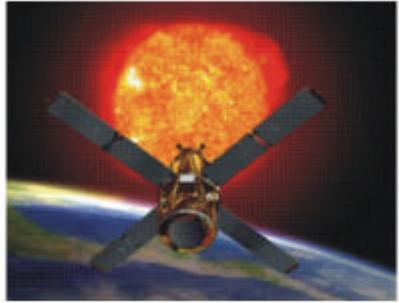
<ul style="list-style-type: none"> ■ DE NATUREZA IMPREVISÍVEL 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Explosões solares ■ Umidade ambiente 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ FATORES A SE OBSERVAR: 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Potência do transmissor ■ Sensibilidade do receptor ■ Tipo de antenas transmissoras e receptoras ■ Barreiras / interferências físicas ■ Absorção ou atenuação, pelo ambiente ■ Distância: dobro da distância \Rightarrow $\frac{1}{4}$ da potência 	

Figura 30 - Fatores que afetam o alcance das ondas de rádio
 [FONTE: <http://www.rfidjournal.com/>]

3.1.6 Ambientes difíceis

O uso eficiente do RFID tem enfrentado desafios e barreiras inerentes à deficiência da tecnologia disponível, com etiquetas conhecidas como geração I. Em maio de 2006 foi lançado em Las Vegas - EUA a etiqueta conhecida como geração II, com a promessa de maior sensibilidade para leituras em ambientes difíceis, embora ainda não existam nenhum resultado prático para demonstrar dessa especificação de eficiência. Basicamente estas barreiras estão relacionadas ao posicionamento das etiquetas nos produtos, de tal forma que facilite a leitura de paletes 100% conforme estará detalhado ao longo deste item. Como uma onda eletromagnética, está sujeita a interferência, batimentos de outras frequências, ruídos de máquinas, equipamentos como telefonia, presença de líquidos, metais e temperatura e umidade. Testes específicos *in loco* no ambiente real onde o RFID será implementado devem ser feitos com uma especificação detalhada da infra-estrutura requerida.

Além das características dos equipamentos utilizados, a comunicação entre o leitor e as etiquetas pode ser afetada (Figura 31) por outros aspectos criados pelo ambiente em que são instalados os leitores:

- Interferência de outros sistemas RF
 - Geralmente o RFID afeta outros sistemas, e não o contrário.
 - É possível gerenciar o conflito pela distribuição de faixas separadas ou pela divisão do seu uso no tempo.
 - Análise e pesquisa são essenciais para se saber a extensão dos problemas.
- Interferência de outras fontes

Reatores de lâmpadas, controles remotos ou motores são exemplos de outros dispositivos que podem provocar interferências no sistema de RFID, pelo fato de gerarem ondas eletromagnéticas.
- Metal e líquido no ambiente bloqueiam e refletem as ondas de rádio
 - Coloque as etiquetas distantes de áreas com muito metal ou líquido.
 - Experimentação e testes são necessários para definição dos locais.
- Itens empacotados muito juntos dificultam a leitura
 - Muitas etiquetas próximas demais podem interferir umas nas outras.
 - A definição do local da etiqueta nas embalagens e da norma de paletização de cada produto podem interferir na sua eficiência de leitura.

- **ÍTEMS EMPACOTADOS MUITO JUNTOS**
 - Muitas etiquetas próximas demais podem interferir umas nas outras
 - Tenta-se controlar e evitar esses possíveis problemas (embora alguns Sistemas HF funcionem nesses ambientes)
- **INTERFERÊNCIA DE OUTROS SISTEMAS RF**
 - Geralmente o RFID afeta outros sistemas, e não o contrário
 - É possível se distribuir faixas separadas ou dividir o uso no tempo
 - Análise e pesquisa são essenciais para se saber a extensão dos problemas
- **INTERFERÊNCIA DE OUTRAS FONTES**
 - METAL NO AMBIENTE BLOQUEIA E REFLETE AS ONDAS DE RÁDIO
 - Coloque as etiquetas distantes de áreas com muito metal
 - Experimentação / testes são necessários

TELEFONES SEM FIO



REDES WIRELESS



ETIQUETAS DE SEGURANÇA



CONTROLES REMOTOS



REATORES



MOTORES



PRODUTOS ENLATADOS



Figura 31 - Ambientes difíceis [FONTE: www.samsys.com]

3.1.7 Posicionamento das etiquetas de RFID

A etiqueta RFID não necessita estar em linha reta, como nos códigos de barra, à antena de transmissão/captação da leitora. Todavia, a indução eletromagnética deve ser favorecida para aumentar a eficácia e eficiência de leitura da etiqueta.

Os fatores principais que determinam a melhor posição:

- a) Frequência / potência do dispositivo
- b) Desenho da antena que facilita guiar a onda
- c) Uso em ambiente hostil como alta umidade
- d) Metais e líquidos

Como já vimos anteriormente, a posição das etiquetas nas embalagens pode afetar sua eficiência de leitura. Também se sabe que metal e líquido próximos do local de leitura prejudicam a transmissão das ondas de rádio.

No entanto, o próprio produto que está sendo identificado pode possuir componentes de metal ou conter material líquido. Nesta hora, o tipo da antena utilizado pela etiqueta e o local em que esta etiqueta é afixada no produto afetam de sobremaneira a eficiência de leitura conforme descrito abaixo (Figura 32).

- A antena presente na etiqueta é essencial para sua eficiência de leitura:
 - Tamanho é importante.
 - O tipo e o desempenho variam muito.
 - O formato da antena permite maior ou menor propagação em função das características do objeto em que está aplicada.
 - O chip e a antena têm igual importância na operação de uma etiqueta.

- A localização da antena no produto é importante
 - O local de afixação da antena no produto muda a forma com as ondas de rádio são afetadas pelo produto e pelo ambiente. Na ilustração abaixo, o gráfico mostra o grande aumento de propagação de sinal que é obtido quando se desloca a etiqueta do bojo de uma garrafa com líquido para o seu gargalo.



Figura 32 - Posicionamento das etiquetas [FONTE: www.rfidjournal.com]

3.1.8 Tipos de antenas

As antenas são os dispositivos-chave que determinam a melhor forma de enviar a onda para o meio ambiente e chegar com a máxima eficiência até o objeto, portanto não existe uma de formato padrão, e sim específica para o uso.

Todas as antenas comerciais atendem a maioria das aplicações:

- Tipo direcional: a polarização é circular onde o lóbulo de irradiação é direcionado circularmente para um objeto.
- Tipo hemisférica: a polarização é elíptica onde o lóbulo de irradiação é bastante espalhado.
- Tipo “Yagi”: a polarização é linear onde o lóbulo de irradiação é centrado num determinado ponto geralmente de maior alcance.

Existem diversos tipos de antena. Essa variedade permite alterar a forma como as ondas de rádio são propagadas (Figura 33).

Em função do tipo de antena escolhido, a polarização das ondas de rádio e o ganho de potência obtidos variam significativamente.

O tipo de antena a ser utilizado em cada ponto de leitura das etiquetas devem ser definido durante os levantamentos realizados no local de instalação do sistema RFID.



Figura 33 - Tipos de antenas [FONTE: <http://www.rfidjournal.com/>]

3.1.9 Propagação das ondas nas antenas

A propagação da onda eletromagnética caminha através de um guia de onda, ou seja, um meio de transmissão que é o ar, e com o auxílio de um amplificador de sinal irradiará o sinal. A polarização da antena dependerá do uso, como explicado acima, de acordo com a necessidade do objeto de uso.

Com relação à forma de polarização do sinal transmitido, as antenas dos leitores podem ser classificadas em lineares e circulares (Figura 34).

Nas antenas lineares a energia é irradiada de forma fixa e linear. Gera um feixe estreito e requer alinhamento do transmissor com o receptor.

Nas antenas circulares a energia é irradiada de forma cilíndrica. Gera um feixe mais amplo e tridimensional. O alcance é mais reduzido, mas em contrapartida o alinhamento da antena é menos crítico.



Figura 34 - Propagação das ondas na antena [*FONTE: www.seal.com.br*]

3.1.10 Antenas múltiplas

As antenas têm sua eficiência limitada pelo ambiente, posicionamento da etiqueta RFID e quantidade de objetos no campo de leitura. Antenas múltiplas (Figura 35) auxiliam na cobertura de outra que não alcançam pontos “mortos”, normalmente a leitora do RFID possui canais que multiplexados, podem chavear temporalmente e igualmente cada uma das antenas para buscar a máxima leitura de objetos com etiquetas RFID.

Embora em algumas configurações o leitor das etiquetas já esteja acoplado à sua antena em um único dispositivo, é possível interligar diversas antenas em um único leitor (1 a 4).

A construção dos chamados portais de leitura empregam um ou dois leitores, cada um interligado às suas antenas. Neste tipo de operação, apenas uma única antena pode estar ativa em cada momento, caso contrário a transmissão de uma antena poderia interferir nas demais. O leitor usa uma de cada vez, alternadamente, lendo centenas de etiquetas por segundo em cada uma.

O objetivo de se interligar mais de uma antena por leitor é de se aumentar o campo de leitura das etiquetas. Por exemplo, quando movimentamos um palete através de um portal com antenas dos dois lados, as caixas de cada lado do palete estarão sendo melhor lidas pelas antenas dos respectivos lados.

As etiquetas podem ser do tipo Ativo ou Passivo, caso possuam ou não bateria interna própria. Eles podem ser apenas de leitura ou regraváveis. Podem possuir maior ou menor capacidade de memória para gravação de dados.

A grande vantagem das etiquetas ativas (possuem bateria interna) está na sua maior distância de leitura. Em contrapartida possui um custo maior, dimensões expressivamente maiores e tempo de vida limitado em função da bateria. O exemplo mais comum de etiquetas ativas é o utilizado em veículos para passagem automática em cabines de pedágio.

As etiquetas RFID podem ainda estar acopladas a sensores externos como, por exemplo, de temperatura, choque mecânico ou luminosidade.

A padronização da tecnologia RFID está classificando as etiquetas em classes. As características de cada classe são as seguintes de acordo com a ilustração no Quadro 3.

Quadro 3 - Características das etiquetas

Classe	Características
I	Etiquetas passivas - Somente leitura - informação gravada uma só vez, pelo usuário
II	Etiquetas passivas - leitura e escrita - algumas capacidades de memória e criptografia
III	Etiquetas semi-passivas - maior alcance e capacidade (memória, senha, criptografia)
IV	Etiquetas ativas - comunicação com outros etiquetas classe IV
V	Etiquetas ativas - comunica-se com classe V e todas as demais etiquetas

3.1.11.1 Componentes das etiquetas RFID

Uma etiqueta RFID é basicamente formada pelos seguintes componentes (Figura 37).

- **Processador** ou **chip**: responsável pela execução dos protocolos de comunicação e pela gestão dos dados armazenados em sua memória.
- **Antena**: através da qual o chip se comunica com o leitor.
- **Sensor**: responsável pela aquisição da grandeza física exigida pela aplicação (temperatura, luminosidade, etc.)
- **Encapsulamento**: invólucro externo no qual o chip, a antena e o sensor estão acomodados.

O conjunto processador e antena de uma etiqueta também é chamado de “Inlay”.

É comum se encontrar uma grande diversidade de formatos e tamanhos de antenas nas etiquetas RFID, visto que esse formato pode facilitar a interação com o leitor dependendo do material do objeto que está sendo identificado.

O encapsulamento do “Inlay” é o responsável direto pela sua resistência às condições ambientais: choques mecânicos, abrasividade superficial, líquidos, calor, etc. Um dos encapsulamentos mais comuns é a laminação do Inlay em uma etiqueta auto-adesiva. Essa é a razão pela qual as etiquetas são comumente chamadas de etiquetas inteligentes ou etiquetas RFID.

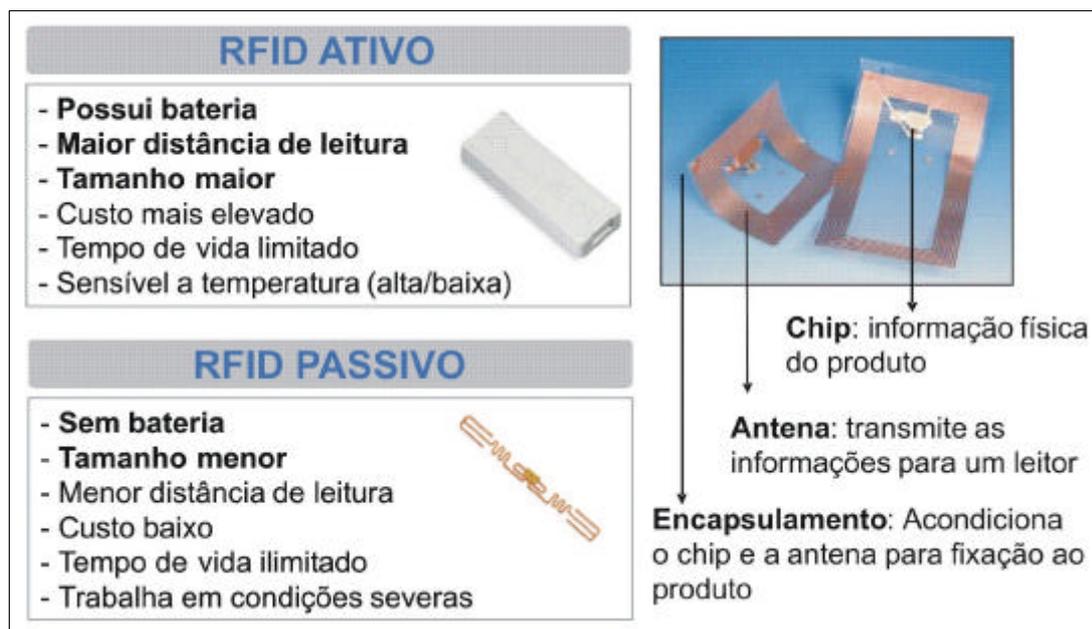


Figura 37 - Componentes das etiquetas RFID [FONTE: www.alientechology.com]

3.1.11.2 Etiquetas RFID como sensores

As etiquetas RFID por possuírem um código de identificação único, pode ser usada como sensores que determinam situações específicas de uso tais como:

- Subtração: prevenção contra roubo
- Posicionamento e/ou mudança física
- Rastreamento em tempo real com uso combinado com “Global Positioning System” (GPS)
- Telemetria: captação de dados de temperatura, umidade, pressão.

A idéia de se utilizar sensores acoplados às etiquetas RFID nasceu da necessidade de se observar as condições às quais um determinado produto é submetido.

Um exemplo clássico é o transporte e armazenagem de produtos refrigerados. Quando uma carga refrigerada é recebida fora de suas condições de utilização, é muito difícil se identificar qual dos elos anteriores da cadeia de suprimentos não respeitou as condições de armazenagem ou transporte da carga (Figura 38).

Estas etiquetas podem ser programadas para coletar a grandeza do sensor em intervalos pré programados, por exemplo, a cada cinco minutos, e armazenar os dados em memória. Desta forma, é possível a qualquer instante detectar se algum limite foi desrespeitado e em que momento.



Figura 38 - Etiquetas RFID como sensores [FONTE: www.alientechology.com]

3.1.12 Impressoras de etiquetas RFID

Uma das aplicações de maior escala do RFID está na identificação das caixas coletivas de produtos de bens de consumo.

Para viabilização desta identificação, foram desenvolvidas impressoras (Figura 39) de etiquetas com a capacidade de gravação e leitura das etiquetas. Desta forma, o mesmo dispositivo pode:

- Gravar a etiqueta com uma informação controlada por software.
- Ler a etiqueta para confirmar o sucesso da gravação.
- Imprimir as informações correspondentes de forma visual na etiqueta.
- Imprimir um alerta na própria etiqueta se a gravação não tiver sido bem sucedida.

Estas impressoras também podem estar acopladas a aplicadoras automáticas, permitindo a impressão e aplicação de etiquetas com RFID em linhas seriadas de produção.



Figura 39 - Impressoras de etiquetas RFID [FONTE: www.intermec.com]

3.1.13 Leitoras e antenas

Os equipamentos de leitura de RFID são instalados tipicamente em uma posição fixa da fábrica, loja ou nos centros de distribuição, por onde passam os objetos cuja identidade se quer capturar. Mas eles também podem estar embarcados (móveis) em veículos ou empilhadeiras, ou ainda, podem estar acoplados a coletores portáteis de dados.

Cada leitora pode estar acoplada a uma ou mais antenas. Existem leitoras no mercado já integradas com uma antena, e outras que se conectam a duas ou quatro antenas externas.

Quando se busca a leitura de todas as etiquetas que atravessam uma doca, ou um corredor, é conveniente a construção dos chamados portais. Um portal nada mais é do que o conjunto de um ou dois leitores, e suas respectivas antenas, dispostos em torno de uma espécie de arco, de modo a cobrir todo o campo de leitura desejado.

3.1.14 Leitura em portal

Basicamente, dois tipos de leitura são utilizados nas aplicações com RFID: leitura caixa a caixa (ou produto a produto) e leitura em portal.

A leitura em portal é típica quando se deseja controlar, por exemplo, o recebimento de produtos em docas, em um centro de distribuição ou na retaguarda de uma loja, ou em áreas de passagem, por exemplo, entre a área de produção e o estoque de uma fábrica.

Numa leitura em portal, apenas uma das antenas transmite em cada momento, caso contrário haveria conflitos de transmissão. Por esta razão, o software de gestão em cooperação com as leitoras do portal estabelece um ciclo de varredura das antenas (Figura 40).

A instalação dos portais também prevê o estabelecimento de uma área de segurança em torno do portal para que não sejam realizadas leituras indesejadas de tags que estejam próximos do portal.



Figura 40 - Leitoras e antenas [FONTE: www.symbol.com]

3.1.15 Componentes do sistema de software

Quando se implanta um sistema EPC, aplicando-se as etiquetas RFID nos produtos a serem rastreados e instalando-se leitores e antenas em cada ponto estratégico da cadeia de suprimentos, é necessária a interligação de toda essa infra-estrutura com os sistemas de gestão (AKKERMANS *et al.*, 2003) empresariais já em operação.

Esta integração é realizada por uma nova camada de software normalmente chamada de Middleware. Este sistema de Software é na realidade formado pelos seguintes componentes:

- **Middleware:** responsável pela comunicação com as leitoras e dispositivos auxiliares de captura automática de dados, disponibilizando os dados coletados de forma tratada e controlada;
- **Broker:** conjunto de funções para implementação das regras de negócio dos processos operacionais ligados ao tratamento dos dados coletados. Esse componente também é chamado de lógica do processo;
- **Monitoring:** Interface visual que permite acompanhar o histórico das transações realizadas e dados relativos aos EPCs movimentados.
- **EPC Information Services (EPC-IS):** armazena e mantém todos os dados relativos aos EPCs, associando-os aos produtos, locais e processos.
- **Programas de gestão:** Programa aplicativo dedicado aos processos de interesse da empresa.

3.1.16 O que é o EPC

O EPC, sigla para “Electronic Product Code”, é um padrão de identificação e de processos para aplicação empresarial do RFID à cadeia de suprimentos (Figura 41).

O EPC padroniza:

- O chip RFID físico
- As informações armazenadas no chip
- As transações para utilização dessas informações



Figura 41 - Produtos para utilização do EPC [FONTE: www.epcglobalinc.org]

Pilares do sistema EPC

A integração da cadeia de suprimentos através do EPC se baseia nas seguintes premissas:

- a) Itens serializados e rastreados por toda a cadeia de suprimentos.
- b) Informação armazenada na Web.
- c) Etiquetas e leitores pequenos, baratos e de alto desempenho.
- d) Padrões com aplicabilidade global na indústria (resultados da combinação de pesquisa com as reais necessidades dos usuários).
- e) Compatibilidade com arquitetura atual da cadeia de suprimentos.

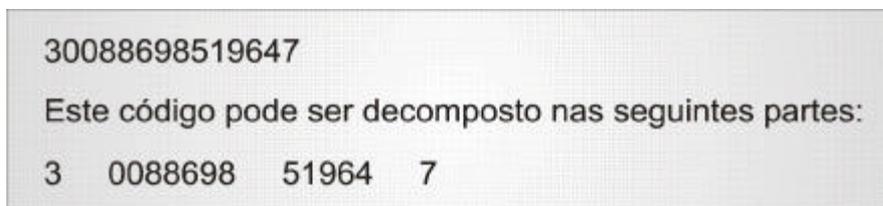
3.1.16.1 Estrutura do código do sistema EPC

A estrutura do código EPC garante a identificação única para cada produto. Para isso, a quantidade e distribuição das informações disponíveis dentro da etiqueta é padronizada. Desta forma, qualquer elo da cadeia de suprimentos sabe como interpretar e acessar todas as informações relativas ao produto recebido. O código EPC é uma chave de acesso para a informação do item. Através dele será possível acessar a Internet e obter todo o histórico do item, desde sua fabricação até o seu último embarque.

3.1.16.2 Estrutura de dados EAN x EPC

A estruturação de codificação do EPC baseia-se completamente na estrutura já adotada pela EAN (Figura 42).

Se tomarmos a codificação EAN para embalagens, também chamado de código “Global Trade Item Number” (GTIN) ou DUN-14 ou ITF-14, ela possui 14 dígitos como mostra o exemplo a seguir:



O primeiro dígito [no exemplo acima o dígito (3)] é o indicador de múltiplo, atribuído pela empresa que fabrica o produto, que informa o múltiplo da embalagem (quantas unidades do produto a embalagem contém).

Os sete dígitos seguintes (no exemplo acima os dígitos 0088698) são atribuídos pela EAN, organização agora denominada GS1, e identificam univocamente no mundo a empresa detentora do código do produto. Também é chamado pela GS1 de “EPC Manager Number”.

Os cinco dígitos subseqüentes (no exemplo acima os dígitos 51964) são atribuídos pela empresa que fabrica o produto, e identificam o produto.

O código EPC do produto, também é chamado pela GS1 de “Object Class”, é formado pelo código EAN do produto com o dígito indicador adicionado na frente. No caso do nosso exemplo teríamos:

$$[3] + [51964] \rightarrow 351964$$

O código EPC completo no esquema de codificação SGTIN-96 está exemplificado no Quadro abaixo:

Quadro 4 - Composição do código EPC

Campo	Header	Object Type	Partition	EPC Mgr Nbr	Object Class	Serial Nbr
Tamanho (bits)	8	3	3	24	20	38
Valor (exemplo)	48	1	5	0088698	351964	274,877,906,943

[FONTE: www.epcglobalinc.org]

O tamanho dos campos “EPC Manager Number” e “Object Class” pode variar em função do conteúdo do campo “Partition”. O valor do campo “Serial Number” indica o valor máximo que esse campo pode assumir.

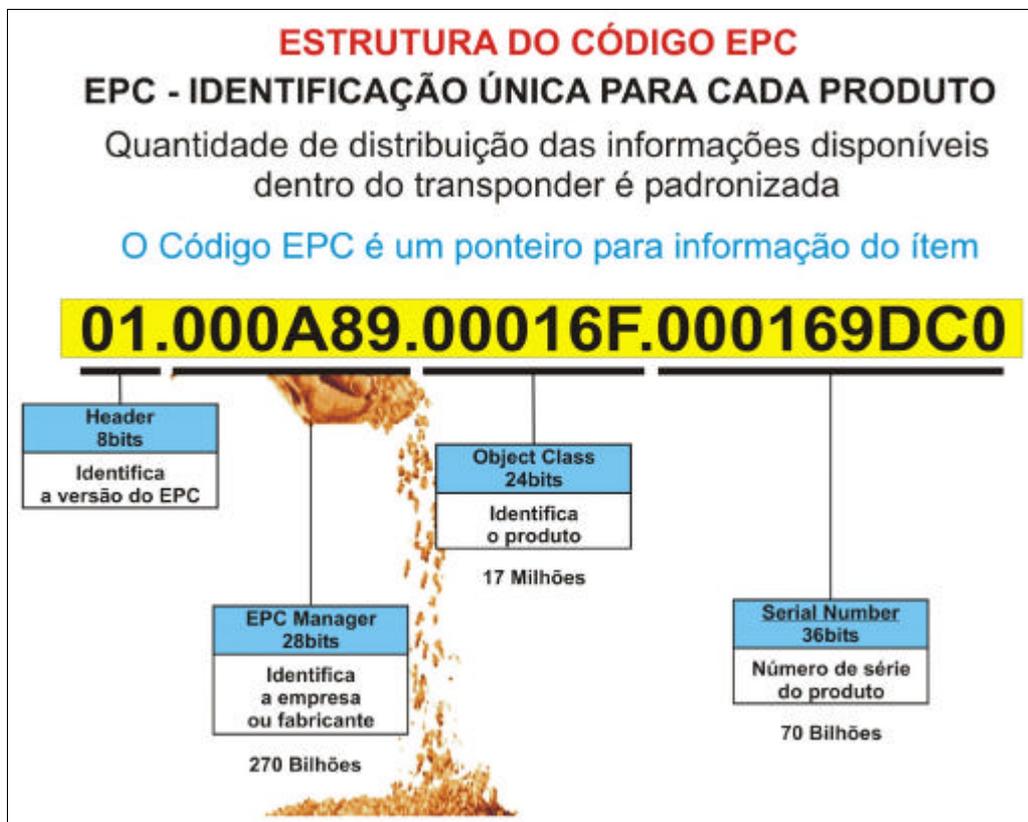


Figura 42 - Estrutura do código EPC [FONTE: www.epcglobalinc.org]

3.1.16.3 Arquitetura de rede EPC

Uma rede EPC é formada (Figura 43) pelos diversos elos de uma cadeia de suprimentos. Em cada um desses elos estão instalados os leitores e antenas capturando os dados dos produtos rastreados.

Como já vimos estes equipamentos são gerenciados por uma camada de software denominada de Middleware. A completa interligação das informações em cada um desses elos é garantida pela comunicação entre os Servidores EPC-IS, através de um mapeamento de endereços na Internet provido pelos servidores ONS.

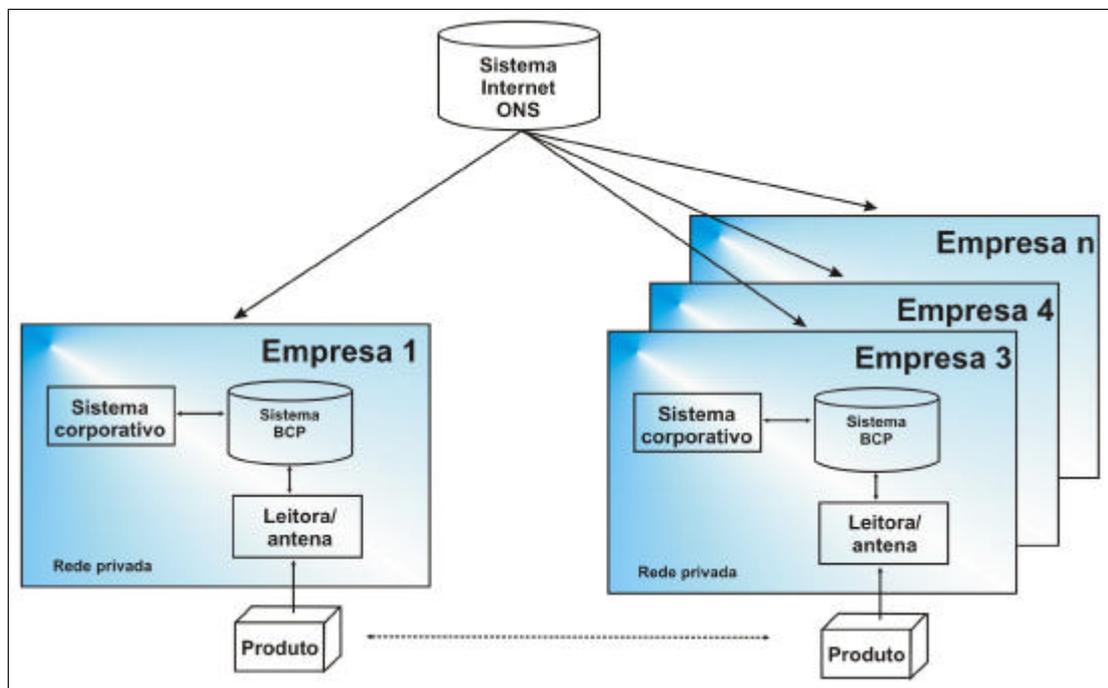


Figura 43 - Arquitetura da rede EPC [FONTE: www.epcglobalinc.org]

3.1.16.4 Funções do Servidor EPC-IS

- Hospeda a base de dados EPC
- Fornece informações transacionais através da linguagem “Physical Markup Language” (PML)
- Acompanha e rastreia itens serializados
- Autentica inquisidor
- Fornece informações de:
 - Produto: características técnicas, instruções de manuseio, de transporte e de segurança,
 - Instância: lote, data de validade, parâmetros de customização,
 - Rastreamento: Identidade x Local x Tempo
 - Hierarquia: item / caixa / palete
 - Transacionais: Ordens de Compra, Ordens de Embarque

3.1.16.5 Funções do Servidor ONS

- Base de dados de conversão
 - Nomes ⇔ Endereços “Uniforme Resource Locators” (URL) na Internet
 - Nomes estáticos:
 - Informações do fabricante
 - Nomes dinâmicos:
 - Acompanha e rastreia objetos através da Cadeia de Suprimentos

3.1.16.6 Benefício por fase do produto

Os benefícios que podem ser alcançados com a utilização do código EPC dentro da cadeia de suprimentos depende da granulosidade dessa codificação. Quanto maior o volume de informações recebidas sobre um determinado produto, maiores são as oportunidades de gerenciamento do seu fluxo tal como ilustrado na Figura 44.

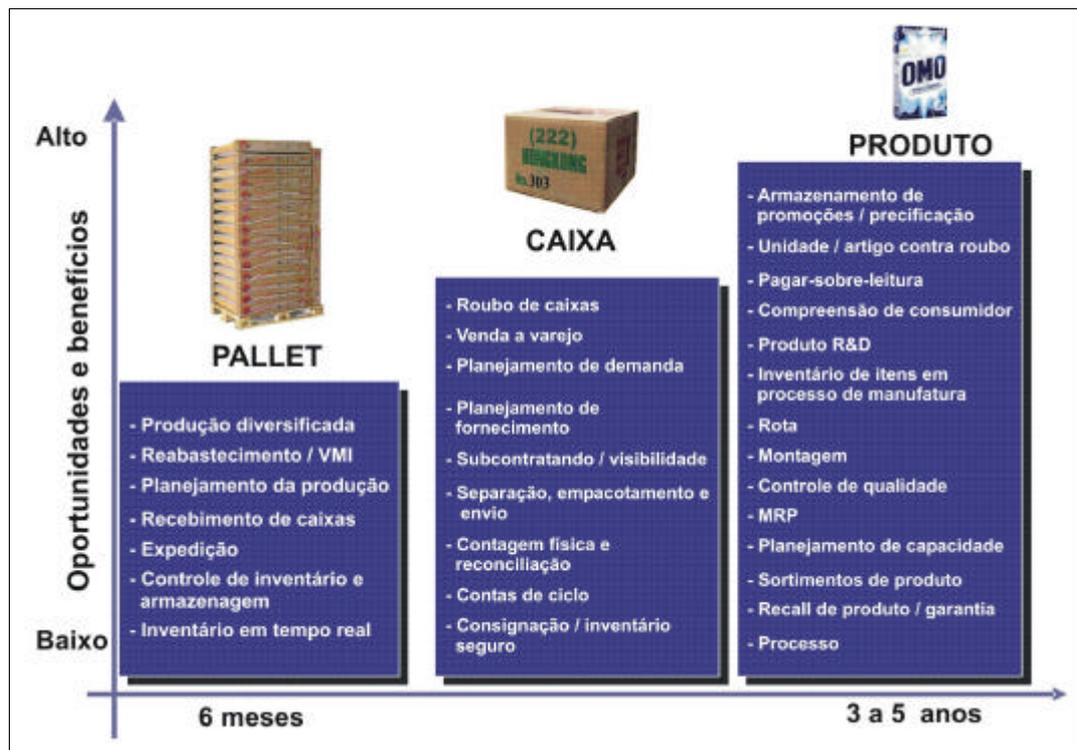


Figura 44 - Benefícios por fase no produto [FONTE: www.seal.com.br]

Desta forma, se tivermos informação de toda operação realizada com um determinado item, a capacidade de reação e planejamento das operações logísticas (ANUPINDI *et al.*, 2003) relativas a este item na cadeia será maior do que se tivermos informações apenas relativas à sua movimentação em paletes.

Também é natural que as dimensões e os custos das etiquetas RFID decresçam com o passar do tempo, com a evolução da tecnologia. Assim sendo, as primeiras aplicações que se tornam viáveis são aquelas que envolvem unidades de movimentação de alto valor agregado. Portanto, os paletes serão as primeiras unidades de movimentação que serão identificadas. Em seguida, serão as caixas coletivas e finalmente os itens.

Naturalmente, esta seqüência depende dos valores dos itens e de suas unitizações. O Departamento de Defesa Americano (DoD), por exemplo, está exigindo que os seus fornecedores identifiquem os produtos embarcados em função de seu valor. Se um item, uma caixa ou um palete ultrapassar o valor de US\$ 5 mil o mesmo deverá ser identificado com RFID. Desta forma, o custo da identificação por unidade movimentada se viabiliza facilmente (LAMBERT, 2005).

A cadeia de suprimentos dos fabricantes está apostando no RFID, voltada para três grandes direcionadores:

a) Velocidade: responder rapidamente aos eventos da cadeia, como recebimento rápido de mercadorias, inspeção, expedição, baixa de inventário.

b) Acuracidade: Cada produto individual, mesmo que produzido exatamente da mesma forma conforme especificado na linha produção, terá um código único, que permite controlar este produto individualmente em toda a cadeia de suprimentos.

c) Simplificação: informação integrada e em tempo real, simplifica as atividades, evita erros e retrabalhos, retornos desnecessários de produtos.

Todos direcionadores convergem para a redução de custo da cadeia de suprimentos, aumento da satisfação do cliente e aumento da vendas e agrega valor aos acionistas com aumento do valor da empresa.

O ciclo do produto dentro da cadeia de suprimentos, com o uso do RFID, permitirá:

a) Fabricação:

- Matéria-prima: controle de estoque de matéria-prima, otimizar os códigos de peças de acordo com a demanda de produção.
- Agilidade: Dispensa o uso de leitores de códigos de barra, erros recorrentes e melhora a qualidade e rapidez no apontamento dos estágios da produção.
- Qualidade: permite gravar na etiqueta RFID, dados do comportamento do produto, como índice de falha, tempo de testes, controle peças na memória da etiqueta.

b) Armazenagem/Distribuição

- Recebimento: acurado e mais rápido para dar entrada no estoque do armazém. Melhora o gerenciamento de espaço de caminhões em espera otimizando as docas.
- Armazenagem: permite endereçamento automático do produto com localização precisa de onde se encontra.

- Inventário: contagem cíclicas de inventário feita de forma mais rápida e precisa.
- Expedição: coleta e despacho rápido, sem erros do produto para atendimento do pedido.
- Retorno: entrega ao cliente corretamente conforme o pedido, evitando devoluções por erros cometidos.
- Transporte: visibilidade e rastreabilidade da carga, com controle da saída do produto e previsão de chegada.

c) Cliente

- Armazenagem/Distribuição → Permite endereçamento automático do produto com localização precisa de onde se encontra.
- Lojas: controle de estoque em tempo real, com a venda do produto, permitindo reposição imediata do produto na gôndola.
- Prevenção a furtos; dispensa portais de controles específicos.
- Produtos com defeito: devolução do produto com todos os dados recuperados da etiquetas.

d) Logística reversa:

- Coleta do produto: controle e acuracidade da informação do período coberto pela garantia.
- Histórico do ciclo completo do produto: recuperar os dados desde a fabricação, falhas ocorridas para melhoria da qualidade no lançamento de novos produtos.

3.2 Análise de Modos e Efeitos das Falhas - FMEA

3.2.1 Os princípios básicos da análise do tipo FMEA um resumo do processo e da cultura

A técnica de análise do tipo FMEA tem sido utilizada por cerca de 30 anos. Entretanto, apenas recentemente os FMEAs foram mais amplamente reconhecidos fora da arena de confiabilidade, (STAMATIS, 2003) graças em grande parte à indústria automotiva dos Estados Unidos e às exigências de seus fornecedores no sentido de atender as exigências das normas QS-9000.

Os padrões de QS-9000 requerem fornecedores da indústria automotiva tenham capacidade de conduzir os FMEAs do produto/desenho e do processo de forma a eliminar falhas antes destas acontecerem.

Diferentemente de muitas ferramentas de melhoria de qualidade, os FMEAs não requerem estatísticas complicadas, mesmo assim, podem gerar ganhos significativos para uma companhia, em função de poder reduzir um risco potencial de um processo ou produto que não operam como deveriam ainda nas fases de projeto.

FMEAs tomam tempo e recurso das pessoas. Pelo fato de dependerem de trabalho em equipe, várias pessoas estarão envolvidas no processo. O Sucesso dos FMEAs depende da participação das pessoas em geral e do time do FMEA. As companhias devem estar preparadas para permitir ao time tempo suficiente para fazer o trabalho.

3.2.1.1 O que é uma análise do tipo FMEA

FMEA é um método sistemático de identificação e prevenção de problemas em produtos e processos antes que estes ocorram. FMEAs são focados em prevenir defeitos, aumentar segurança e melhorar a satisfação do cliente. Idealmente, FMEAs são conduzidos no projeto de produtos ou nos estágios de desenvolvimento de um processo apesar que conduzir um FMEA de um produto ou processo existente pode também trazer exorbitantes benefícios.

3.2.1.2 A História dos FMEAs

Os primeiros FMEAs formais foram conduzidos na indústria aeroespacial em meados dos anos 60, especificamente voltados a questões de segurança. Logo, FMEAs se tornaram uma ferramenta para a melhoria da confiabilidade, especialmente nas indústrias de processo químico. O alvo com os FMEAs de confiabilidade era, e ainda hoje é, prevenir acidentes e incidentes de ocorrerem, ou otimizar um processo em parte ou de ponta a ponta.

Enquanto engenheiros têm sempre analisado processos e produtos para potenciais falhas, o processo FMEA padroniza a abordagem e estabelece uma linguagem comum que pode ser utilizada internamente e entre companhias. Pode também ser utilizado por funcionários não-técnicos assim como técnicos de todos os níveis.

A indústria automotiva adaptou o FMEA, inicialmente desenvolvido para melhoria da confiabilidade, para uso como ferramenta de avanço de qualidade.

3.2.1.3 Qual é a proposta de um FMEA

Prevenir problemas em processos e produtos antes deles ocorrerem é a proposta da análise do tipo FMEA. Usadas em ambos os processos de projeto de produto e de manufatura, estas substancialmente reduzem custos por identificarem melhorias no processo e produto precocemente no desenvolvimento do processo quando mudanças relativamente fáceis e econômicas podem ser realizadas. O resultado é um processo mais robusto e a redução ou eliminação da necessidade de correção posterior ao processo e modificações tardias.

3.2.1.4 Parte de um sistema de qualidade completo

Um processo FMEA formal deve ser parte de um sistema de qualidade completo. Enquanto ele pode ser efetivo se utilizado sozinho, uma companhia não usufruirá do benefício máximo dos FMEAs se os sistemas não forem adequadamente implementados para apoiá-los e aumentá-los. Por exemplo, um elemento de um sistema de qualidade completo é o uso

efetivo dos dados e da informação. Sem dados confiáveis de um produto ou processo, o FMEA se torna um jogo de adivinhação baseado em opiniões ao invés de fatos reais. O resultado pode ser que o grupo de trabalho FMEA admita tipos de falha erradas e perde oportunidades significativas de evitar ou reduzir as falhas verdadeiras que são os maiores problemas. Um outro exemplo que sustenta a necessidade de um sistema de qualidade completo é a documentação de procedimentos. Este é especialmente crítico com o FMEA. Na ausência de procedimentos documentados, pessoas trabalhando neste processo poderiam estar introduzindo significativa variação neste por operá-lo levemente diferente cada vez que o processo se inicia. Neste caso, o FMEA busca um alvo em movimento, já que cada vez que o processo é rodado, produz um resultado diferente.

Os elementos-chave de um sistema de qualidade completo podem ser encontrados no “Malcolm Baldrige National Quality Award”, nas diretrizes do certificado ISO 9000 e QS-9000, assim como em vários livros e artigos sobre o assunto. O Quadro 5 identifica 12 elementos-chave e o papel que cada um desempenha no processo FMEA (<http://www.quality.nist.gov/>, 2006).

É claro a se observar que sem um sistema de qualidade completo, os FMEAs teriam apenas uma fração da eficiência que poderiam ter.

Quadro 5 - Doze elementos-chave do processo FMEA

Elemento de sistema de qualidade	Papel no processo FMEA
Liderança	Sustentar o processo FMEA garantindo que o grupo FMEA tenha as ferramentas necessárias, recursos e tempo para trabalhar no FMEA
Planejamento da estratégia de qualidade	Utiliza o resultado de FMEA para assistir no direcionamento de atividades de melhoria futuras
Mensurações de processo e negócios	Mensura e monitora os resultados dos FMEAs em termos de qualidade de produto e produtividade final
Uso efetivo dos dados e informação	Provê fatos e dados para confirmar a análise do FMEA e medir os resultados do processo FMEA
Controle de processo (ambos da companhia e do fornecedor)	Garante um processo e um produto estável no início de um FMEA e monitora estatisticamente melhoras feitas através do processo FMEA
Recursos humanos	Apoia o grupo FMEA oferecendo treinamento apropriado em ferramentas de melhora de qualidade e técnicas.
Treinamento	Provê habilidades básicas necessárias para trabalho em um grupo FMEA, identificando problemas potenciais e, determinando soluções
Um plano de qualidade documentado	Identifica FMEAs como parte de uma estratégia global de qualidade de uma companhia. Define quando e onde FMEAs deveriam ser utilizados e quais documentos processos FMEA e grupos FMEA deveriam utilizar
Procedimentos documentados	Garantem que métodos operacionais consistentes estejam sendo utilizados reduzindo assim variações desnecessárias no processo e produto
Controle de desenho	Garante consistência no processo de desenho
Foco do cliente	Provê ao grupo informações sobre o que é importante ao cliente e informações que podem ser incorporadas no processo FMEA
Um sistema de “feedback” ao cliente	Provê ao grupo FMEA dados adicionais a serem considerados durante o processo FMEA

3.2.1.5 ISO 9000, ISO/TS 16949 e FMEAs

O certificado ISO 9000 indica que a companhia é capaz de controlar os processos que determinam a qualidade de seu produto ou serviço. Os padrões foram adotados pela “International Organization for Standardization” (ISO). Há exigência de clientes de que muitas organizações sejam certificadas pelo ISO 9000 ou QS-9000. Muitas outras organizações procuram a certificação sem que houvesse exigência por parte de clientes. Excluindo-se a razão pela qual organizações inicialmente se comprometem em obter este tipo de certificados, muitas acham que o processo é um excelente caminho para se avaliar o sistema de qualidade existente, identificar as deficiências e desenvolver e implementar planos para afunilar e eventualmente eliminar os erros completamente.

A norma ISO 9000, a fundação do sistema QS-9000, identifica 20 elementos do sistema de qualidade que estão sujeitos a uma rigorosa auditoria durante o processo de certificação. Os elementos incluem itens como responsabilidade de gerência, controle de desenho, controle de processo, inspeção e teste, arquivo de controle de qualidade e ação preventiva e corretiva, para se nomear alguns.

Um dos requerimentos do ISO 9000 é que a companhia se comprometa com planejamento de qualidade. Ao seguir as especificações para produtos, projetos ou contratos, os fornecedores devem considerar, entre outros, o seguinte:

...garantindo a compatibilidade do desenho, o processo de produção, instalação, serviços, inspeção e procedimentos testes e, a referida documentação...

O QS-9000 se baseia no ISO 9000 e dá à organização uma estrutura ainda mais detalhada e específica para um sistema de qualidade completo. Em muitos casos, o QS-9000 define ações específicas requeridas para se preencher os requerimentos do ISO. As cláusulas relacionadas aos FMEAs no padrão QS-9000 provêm um excelente exemplo de como dois padrões funcionam em conjunto. No caso da cláusula do ISO abordada anteriormente, o QS-9000 interpreta e suplementa o requerimento do ISO 9000 por dizer que:

Fornecedores devem estabelecer e implementar um avançado processo de planejamento de qualidade de produto. Fornecedores deveriam formar grupos multi-funcional preparando-os para a produção de produtos novos ou modificados.

O padrão QS-9000 sugere, então, que as ações de grupo devam incluir (entre outras coisas):

- Desenvolvimento e revisão dos FMEAs
- Estabelecimento de ações para reduzir o potencial de tipos de falha com prioridades de alto risco.

O padrão QS-9000 também claramente direciona os fornecedores para o uso dos processos FMEAs para melhorar o processo a fim de atingir a prevenção de defeito ao invés da detecção do defeito.

Enquanto muitas organizações estão empreendendo FMEAs para preencher as exigências do QS-9000 da indústria automotiva, os FMEAs são valiosos para qualquer tipo de negócio, fabricação ou serviço, em desenho, desenvolvimento e melhoria do andamento de seus produtos e processos.

3.2.1.6 O processo FMEA

O objetivo de um FMEA é ver por todos os ângulos como um processo ou produto pode falhar. Uma falha de um produto ocorre quando este não funciona como deveria ou quando funciona mal de alguma forma.

Falhas não são limitadas a problemas com o produto. Pois também podem ocorrer quando o usuário comete um erro. Qualquer coisa que pode ser feita para garantir que o produto funcione corretamente, independentemente de como o usuário o esteja manuseando, moverá o produto perto de 100% da satisfação total do cliente.

Meios ou vias em que um produto ou processo podem falhar são chamados modos de falha ("failure modes"). Cada modo de falha tem um efeito potencial e alguns efeitos são mais prováveis de ocorrer do que outros. Além disso, cada efeito potencial tem um risco relativo associado a ele. O processo FMEA é um meio de identificar as falhas e os riscos intrínsecos ao processo ou produto e então eliminá-los ou reduzi-los.

3.2.1.7 Avaliando o risco de falha

O risco relativo de uma falha e seu efeito são determinados por três fatores:

- Gravidade - a conseqüência da falha se esta ocorrer.
- Ocorrência - a probabilidade ou freqüência da falha ocorrente.
- Detecção - a probabilidade da falha ser detectada antes do impacto do efeito ser percebido.

3.2.1.8 Acessando a priorização

Utilizando dados e conhecimento do processo ou produto, cada modo de falha potencial e efeito é avaliado em cada um destes três fatores de uma escala de 1 a 10, indo do mais baixo ao mais alto.

Multiplicando-se o índice destes três fatores (gravidade X ocorrência X detecção), a priorização ou “Risk Priority Number” (RPN) será determinada para cada modo de falha potencial e efeito.

A priorização (que irá variar de 1 a 1.000 para cada modo de falha) é utilizada para classificar a necessidade de ações corretivas para eliminar ou reduzir os modos de falha potenciais. Aqueles modos de falhas com os maiores RPNs devem ser priorizados, apesar de que atenção especial deveria ser dada quando o índice de gravidade é maior (9 ou 10) independentemente do RPN.

Uma vez que a ação esteja corrigida, novo RPN é determinado por reavaliação dos índices de Gravidade, Ocorrência e Detecção. Melhoria e ações corretivas devem continuar até o resultante RPN estar num nível aceitável para todos os modos de falha potencial.

3.2.1.9 O grupo FMEA

Apesar de uma pessoa tipicamente ser responsável por coordenar um processo FMEA, todos os FMEAs são baseados em trabalho em equipe. A proposta de um grupo FMEA é trazer uma variedade de perspectivas e experiências para o projeto.

Devido ao fato que cada FMEA ser único em lidar com diferentes aspectos do produto ou processo, os grupos FMEA são formados quando necessários e dissolvidos uma vez que o FMEA é concluído. De fato, seria inapropriado estabelecer um grupo FMEA permanente já que a composição do grupo é ditada por tarefas ou objetivos específicos. Em casos onde vários FMEA são necessários para dar cobertura a um processo ou produto, é interessante ter superposição dos quadros de membros dos diferentes grupos, mas também deve haver alguns membros exclusivos de um ou dois grupos para que se garanta uma boa perspectiva dos potenciais problemas e soluções.

3.2.1.10 O tamanho do grupo FMEA

O melhor tamanho para o grupo é usualmente quatro a seis pessoas, mas o número mínimo de pessoas será ditado pelo número de áreas afetadas pelo FMEA. Cada área (por exemplo, manufatura, engenharia, manutenção, materiais, e serviço técnico e Cadeia de Suprimentos ponta a ponta) deve ser representada pelo grupo. O cliente (beneficiário) do processo, seja ele interno ou externo à organização, pode ainda adicionar uma nova perspectiva e poderia ser considerado como constituinte do quadro de membros do grupo.

3.2.1.11 Quadro de membros do grupo FMEA

É útil também ter pessoas no grupo com diferentes níveis de familiaridade com o produto ou processo. Aqueles que são mais familiares com ele têm discernimento valioso, mas podem negligenciar alguns dos mais óbvios problemas potenciais. Aqueles que são menos familiarizados com o processo ou produto podem trazer idéias mais objetivas e puras para o processo FMEA. Esteja ciente que aqueles com investimento emocional no processo ou produto podem ser hipersensíveis durante o processo crítico e podem se tornar defensivos. Incluí-los ou não no grupo deve envolver o peso de desvantagens versus vantagens que suas experiências e conhecimento podem trazer ao processo.

3.2.1.12 O líder do grupo FMEA

Um líder de grupo FMEA deve ser apontado pela gerência ou selecionado pelo grupo assim que este se formar. O líder do grupo é responsável por coordenar o processo FMEA, incluindo:

Marcando e facilitando reuniões:

- Garantindo que o grupo tenha os recursos necessários disponíveis.
- Certificando-se que o grupo está progredindo em direção à conclusão do FMEA.

O líder do grupo não deve dominar o grupo e não tem usualmente a palavra final das decisões do grupo. O papel do líder do grupo é mais o de um facilitador do que o de um componente que toma as decisões.

Deve ser previamente combinado qual constituinte será responsável por escrever as atas das reuniões e manter os arquivos do FMEA. O papel de escrivão é geralmente alternado entre os membros, excetuando-se o líder. Isso distribui a carga de documentar a reunião igualmente a todos os participantes.

3.2.1.13 O papel do especialista do processo

Um ponto que é geralmente debatido nos FMEAs é qual papel que o(s) especialista(s) desempenha(m) no grupo FMEA. Uma pessoa com conhecimentos específicos no processo (por exemplo, um engenheiro de desenho em um FMEA de desenho ou um engenheiro de processo em um FMEA de processo) pode trazer grande auxílio ao grupo e pode ajudar na velocidade do processo. Em muitos caminhos ele ou ela pode ser um verdadeiro trunfo para o grupo. Por outro lado, um especialista de processo pode também desacelerar o processo FMEA.

Um FMEA é um olhar crítico ao produto ou processo. As pessoas do grupo FMEA que têm interesse no produto ou processo que está sendo examinado não podem deixar seu egos atrapalharem o FMEA. Isso é especialmente difícil para o especialista do processo. Muito provavelmente, ele ou ela fez enorme investimento no processo ou produto em termos de tempo e integridade pessoal. A proposta de um FMEA, em essência, é encontrar deslizos no trabalho desta pessoa. Este pode ser um processo difícil para um indivíduo passar e pode resultar em diversos tipos de reações incluindo defesa, raiva e baixa de auto-estima, sendo todos estes contraproducentes para ambos o grupo e o especialista no processo.

3.2.1.14 Treinando o grupo FMEA

Enquanto for útil para os membros do grupo FMEA ter entendimento do processo FMEA antes de se iniciar o projeto um treinamento extensivo não é necessário se os membros do grupo têm experiência prévia com trabalhos em grupos de soluções de problemas. O líder do grupo ou facilitador que é bem instruído sobre o processo FMEA pode facilmente guiar o grupo através do processo conforme eles estão realizando o FMEA. Isso significa que não há necessidade para extensivos treinamentos em sala de aula. Ao invés disso, o grupo FMEA pode imediatamente ser produtivo trabalhando num projeto FMEA real e ao mesmo tempo se beneficiar da mais poderosa forma de treinamento - a experiência.

É importante, porém, que os membros do grupo FMEA saibam o básico do trabalho em equipe já que utilizarão estas habilidades como membros do grupo FMEA. O conhecimento de técnicas baseadas em consenso, documentação do projeto do grupo e técnicas criativas como “brainstormings” são todas necessárias para os membros de um grupo FMEA. Além disso, os membros do grupo deveriam estar mais confortáveis utilizando contínuas melhorias das ferramentas de soluções de problemas como planilhas, análise de dados e técnicas de apresentação em gráficos.

3.2.1.15 Fronteiras de liberdade do FMEA

É importante que o grupo FMEA tenha claramente definido as fronteiras dentro das quais eles são livres para conduzir o FMEA e sugerir e implementar melhorias. Por exemplo:

- O grupo é responsável apenas por conduzir a análise ou deve também fazer recomendações para os avanços e/ou devem implementar os avanços?
- Qual é o seu orçamento de gastos?
- Que outros recursos eles têm à sua disposição?
- O grupo tem um prazo de conclusão do projeto ou outros limites de tempo?
- Que processo eles devem seguir se eles precisarem expandir além das fronteiras definidas?
- O que e como eles deveriam comunicar o processo FMEA e resultados a outros da organização?

A gerência é responsável por definir as fronteiras de liberdade. Algumas destas fronteiras podem ser diretrizes estabelecidas para todos os grupos FMEA. Por exemplo, um procedimento padrão pode ser estabelecido para definir o processo que os grupos devem seguir, se eles precisam ir além das fronteiras e este procedimento pode ser aplicado a todos os grupos FMEA. O mesmo é verdadeiro para o processo que o grupo deveria usar para comunicar os resultados do FMEA para outros na organização. Outras fronteiras vão precisar ser ajustadas para cada FMEA (desenho/produto ou

processos da Cadeia de Suprimentos), o alcance do FMEA e as pessoas do grupo FMEA.

Enquanto o gerenciamento é responsável por definir as fronteiras de liberdade, os membros do grupo FMEA têm igual responsabilidade em garantir que essas fronteiras sejam definidas antes que o projeto comece. Se os membros do grupo não sabem quais são as fronteiras, eles devem buscar esclarecimentos antes de iniciar o FMEA. Isso irá auxiliar o grupo a evitar problemas e conflitos no processo (Figura 45).

Número do FMEAData de Início

Membros do Grupo

.....

.....

Líder do Grupo.....

1 - Todas as áreas afetadas estão representadas?
 Sim Não Ação:

2 - Existem diferentes tipos e níveis de conhecimento representados no grupo?
 Sim Não Ação:

3 - O cliente está envolvido?
 Sim Não Ação:

4 - Quem escreverá a ata e cuidará dos registros?

Fronteiras de Liberdade do Grupo FMEA

5 - Por quais aspectos do FMEA o grupo é responsável?
 Análise do FMEA Recomendações de Melhoria Implementação de Avanços

6 - O que é o orçamento do FMEA?

7 - O projeto tem um prazo de conclusão?

8 - Os membros do grupo têm algum limitação de tempo específica?

9 - Qual é o procedimento se o grupo precisa ir além destas fronteiras?

10 - Como o FMEA deveria ser comunicado a outras pessoas?

11 - Qual é o objetivo principal do FMEA? (Seja específico e inclua uma definição clara do processo ou produto a ser estudado)

Figura 45 - Formulário de Iniciação do FMEA [FONTE: STAMATIS, 2003]

3.2.1.16 O principal objetivo do FMEA

O principal objetivo do FMEA deve ser bem definido. Esta definição geralmente vem do líder da função responsável pelo FMEA. Se o FMEA está focado no desenho de um produto, o chefe da função de desenho deve claramente definir o objetivo do projeto. Para um processo FMEA, o líder da manufatura ou da função manufatura-engenharia deveria mais provavelmente definir o objetivo.

Uma definição clara e específica do processo ou produto deve ser escrito e entendido por todos num grupo. Membros de um grupo devem ter uma oportunidade de esclarecer seu entendimento do objetivo, se necessário, e aqueles esclarecimentos devem ser documentados. Isso irá auxiliar a prevenir o grupo de focar no aspecto errado do produto ou processo durante o FMEA.

Uma definição clara e específica é ainda mais importante com processos FMEAs porque eles podem incluir muitos aspectos diferentes da cadeia do processo de manufatura: da matéria-prima aos componentes, à real manufatura e montagem, ao despacho, e tudo mais entre estas etapas. Enquanto cada parte da cadeia desempenha um papel importante na qualidade de um produto, isso pode ajudar a utilizar uma limitada definição do processo para garantir que o projeto FMEA foi concluído em tempo.

Já que extensos processos podem ser difíceis de se trabalhar em sua magnitude, divida-o em sub-processos quando possível e dedique-se a eles um de cada vez, ou tenha vários grupos trabalhando ao mesmo tempo em diferentes sub-processos.

3.2.1.17 Produto/projeto FMEA versus processo FMEA

Os princípios e passos por trás de um FMEA, seja este focado no produto ou processo são os mesmos, ainda que os objetivos difiram.

Produto/projeto

- O objetivo de um FMEA de projeto, FMEA de produto ou FMEA de processo são descobrir problemas com o produto ou serviços que resultarão em perigos em relação à confiabilidade, mau funcionamento do produto ou um encurtamento na vida do produto. Como consumidores, somos todos muito familiares com estes tipos de problemas como por exemplo, um “air bag” do carro que não funciona corretamente ou um trabalho de pintura que racha ou fica fosca nos primeiros três ou quatro anos que você possui o carro.
- FMEAs de produtos podem ser conduzidos em cada fase do processo de desenho (desenho preliminar, protótipo ou desenho final) ou podem ser utilizados em produtos que já estejam em linha de produção. A pergunta-chave nestes FMEAs de desenho é: “Como o produto pode falhar?”

Processo

- O processo FMEA desvenda problemas em processos relacionados ao produto. Por exemplo, uma peça de um equipamento de montagem automatizado pode deixar de acoplar peças resultando em produtos que não estejam montados corretamente. Ou, em um processo de manufatura química, o tempo de mistura e a temperatura podem ser fontes potenciais de falha resultando em produto inútil.
- É útil conduzir um FMEA para sem pensar em termos dos cinco elementos do processo: pessoas, materiais, equipamentos, métodos e ambiente. Com estes cinco elementos em mente, pergunte: “Como a falha de um processo afeta o produto, produzindo eficiência ou confiabilidade?”

- Ambos tipos de FMEAs utilizam índices de gravidade, ocorrência e detecção, apesar das definições da escala de cada um dos parâmetros ser diferente. Muitas organizações têm diferentes escalas de índice para estes parâmetros customizados para os seus produtos FMEAs e processos FMEAs. As escalas destes índices apresentadas anteriormente são sugestões e podem ser utilizadas como ponto de partida para customizar uma escala para sua organização.

3.2.1.18 Os 10 passos para um FMEA

Todos os FMEAs de produtos/desenhos e processos seguem estes 10 passos:

Passo 1: Revisar o processo.

Passo 2: Especular sobre modos de falha potenciais.

Passo 3: Listar efeitos potenciais de cada modo de falha.

Passo 4: Garantir um índice de gravidade para cada efeito.

Passo 5: Garantir um índice de ocorrência para cada modo de falha.

Passo 6: Garantir um índice de detecção para cada modo de falha e/ou efeito.

Passo 7: Calcular a priorização para cada efeito.

Passo 8: Priorizar os modos de falha para ação.

Passo 9: Agir de forma a eliminar ou reduzir os modos de falha de alto risco.

Passo 10: Calcular o RPN resultante quando os modos de falha forem reduzidos ou eliminados.

No Apêndice B podem ser encontrados os 10 Passos que compõem a Planilha do FMEA detalhadamente.

3.2.1.19 A planilha do FMEA

O processo FMEA deve ser documentado utilizando-se a planilha do FMEA. Este formulário captura todas as informações importantes sobre o FMEA e serve como uma excelente ferramenta de comunicação. Obviamente, este pode ser adaptado conforme as necessidades.

A planilha é mais fácil de ser manuseada quando aumentada para um tamanho de 11" X 17" ou quando colocada em um slide para ser utilizado durante as reuniões de grupo.

Um sistema de numeração para rastrear e acessar os projetos FMEA é útil. O sistema de numeração deve viabilizar trocas de informações entre FMEAs similares assim como outras atividades de melhoria quando lidando com o mesmo produto ou processo.

Cópias de todos os FMEAs devem ser mantidas num local central de fácil acesso durante auditorias ou revisões internas de processos e produtos.

3.2.1.20 Quando e onde utilizar FMEAs

O processo FMEA é amplamente aplicável em uma variedade de ambientes além do desenho do produto e processos de manufatura focados neste manual. FMEAs provêm estrutura e uma linguagem comum que pode ser usada por grupos em serviços e fabricação, para lucro ou não, em organizações privadas, públicas ou governamentais. FMEA não é só uma ferramenta para os departamentos de manufatura ou engenharia. Pode ser utilizado para melhorar processos secundários, não apenas processos de manufatura ou desenho de produto. Uma discussão de alguns destes processos secundários onde FMEA pode ser utilizado, seguem.

Confiabilidade

FMEA foram inicialmente desenvolvidos como uma ferramenta para identificar e corrigir riscos de Confiabilidade. O processo FMEA foi desenvolvido para antecipar e eliminar problemas de Confiabilidade antes deles ocorrerem. Consequentemente, eles podem ser utilizados para

melhorar a segurança do processo de fabricação de um produto assim como melhorar o desempenho da confiabilidade do produto propriamente dito.

FMEAs de confiabilidade da fabricação devem ser conduzidos por um grupo de pessoas que operam o equipamento junto com outros que não estão envolvidos em operar o equipamento. Esta combinação de conhecimento do usuário e observações externas provêem uma análise completa dos perigos.

FMEAs conduzidos em produtos para determinar sua confiabilidade são críticos nas sociedades litigiosas dos dias de hoje. Companhias têm a obrigação de garantir aos seus clientes que seus produtos são seguros e adequados ao uso. Em muitos casos, não é suficiente que as instruções do produto estejam escritas corretamente para que haja procedimentos de confiabilidade; precauções de segurança devem fazer parte do produto. É útil envolver consumidores ou eventuais usuários do produto neste FMEA. Deve-se aconselhá-los a usar o produto, e outros membros do grupo FMEA devem observar como este é usado. Não é incomum para um produto ser incorretamente usado ou ser usado para fins indevidos. Se essas possibilidades podem ser descobertas durante um FMEA, medidas de segurança podem ser projetadas no desenho do produto.

Contabilidade / Finanças

Com algumas modificações nas escalas de índice para gravidade, ocorrência e detecção, FMEAs podem ser úteis em determinar estratégias financeiras e acessar créditos ou riscos de investimentos. Por exemplo, antes de estender crédito a um potencial cliente com uma história de crédito duvidosa, um FMEA que estuda o que pode dar errado com o crédito do cliente e como essas falhas de crédito poderiam afetar a companhia, providenciaria estrutura para um plano de crédito que reduziria riscos financeiros.

Desenvolvimento de Software

Os efeitos de software estão todos a nossa volta. Praticamente, tudo que fazemos é governado por software. A garantia da qualidade de software é crítica em muitos destas circunstâncias. Por exemplo, sistemas de

computadores e softwares que os dirigem são usados em transporte, medicamentos, bancos, para nomear algumas aplicações. Problemas criados por erros de software ou programas incorretos podem variar de aborrecimentos a potenciais desastres. Assim como um FMEA de produto ou desenho, um FMEA de qualidade de desenho de software pode identificar problemas antes destes ocorrerem e então estes podem ser eliminados ou reduzidos.

Sistemas de Informação/Tecnologia

Mesmo sem problemas de software, erros de computadores podem ocorrer devido a questões com hardware ou sistema. Da mais simples rede de computadores a sistemas de telecomunicações de múltiplos milhões de dólares, o uso de FMEAs podem ajudar a fazer ambos os desenhos e instalações dos sistemas de informação mais robustos.

Marketing

Bilhões de dólares são gastos em marketing e propagandas por companhias americanas anualmente. Algumas campanhas promocionais são incrivelmente bem sucedidas, enquanto outros são desastres financeiros. Um FMEA conduzido antes de uma propaganda ou lançamento pode ajudar os negócios a evitarem caros e embaraçosos erros. Um FMEA pode ser usado para identificar propagandas ofensivas ou enganosas. Podem também ser usado para prever reações e respostas a potenciais retiradas de produtos danificados ou desastres.

Recursos Humanos

Com reestruturação organizacional (“downsizing”, “rightsizing”), o campo de recursos humanos é encarado com planos de desenvolvimento e execução para novas estruturas organizacionais que são significativamente diferentes da clássica estrutura de pirâmide com que estamos familiares. Planos de mudanças que parecem funcionar podem se transformar em desastres na realidade. O FMEA pode ser usado como uma ponte entre o plano e a verdadeira reconstrução. Força a verdadeira reconstrução de

problemas e erros que devem acontecer. Planos podem ser desenhados para acessar os problemas potenciais e crises podem ser evitadas, poupando tempo e dinheiro enquanto melhora a moral.

Entretanto pode-se utilizar FMEA para várias atividades conforme ilustrado no Quadro 6.

Quadro 6 - Outros usos para FMEAs

Função	Exemplos
Confiabilidade	Um moldelador de plástico conduziu um FMEA em uma nova peça de um equipamento de molde para garantir que seus aparelhos de segurança funcionavam e que os botões de emergência estavam devidamente posicionados
Contabilidade/Finanças	Um departamento de finanças realizou um FMEA em seu orçamento anual para garantir que fosse realístico e contabilizou para potenciais gastos de emergência
Desenho de Software	Uma companhia que desenvolve software CAD usou um FMEA para descobrir erros no sistema antes de liberar para o teste de pré-lançamento
Sistema de Informação/Tecnologia	O departamento de sistema de informação conduziu um FMEA para determinar a segurança de dados sensíveis
Marketing	Durante o desenvolvimento de um novo folheto corporativo, o departamento incluiu um FMEA no processo de desenho para reduzir o potencial de ofensa a potenciais clientes e má comunicação de informações vitais sobre a empresa
Recursos Humanos	Um departamento de RH realizou um FMEA que envolveu gerentes seniores de todos os departamentos durante uma reestruturação da organização
Compras	Trabalhando com o departamento de engenharia de processo, um grupo de compra usou o FMEA para selecionar uma nova peça de equipamento para fabricação

Para facilitar a aplicação do FMEA o Anexo C mostra como criar um fluxograma do processo do FMEA.

3.3 Seis Sigmas: o Poder da Cultura

3.3.1 Introdução

Os clientes são a principal razão de existir qualquer organização. São os clientes que definem a qualidade dos produtos no momento de tomar a decisão de comprá-los até o final de sua vida útil (GUPTA, 2004). Ao final de sua vida útil, os clientes formam uma imagem da organização no mercado. Os clientes avaliam um produto de várias maneiras, entretanto, algumas características tais como elevados níveis de desempenho e confiabilidade, preços competitivos, processamento claro e correto da transação e entregas dentro do prazo são decisivos na formação da opinião e da satisfação dos clientes.

Além disso, fatores como a globalização rápida, o acesso instantâneo à informação, a produtividade, a constante inovação tecnológica e alterações na regulamentação deram origem à alteração freqüente na condução dos negócios. Vivemos hoje um ambiente que não existe espaço para erros e, para tanto, uma ferramenta muito útil para entender a variabilidade dos processos e tomar decisões apropriadas livres de sentimentos é o Seis Sigma.

3.3.2 Seis Sigma

O conceito Seis Sigma foi inicialmente desenvolvido e implementado pela Motorola, em 1986. Foi adotado por outras grandes empresas como a General Electric, Texas Instrumentos, Allied e Hewlett-Packard. Ao contrário do que acontecia no passado, em que apenas empresas de grande porte tinham condições de desenvolver Seis Sigma, hoje em dia, o crescimento da disponibilidade de programas externos permite também, às organizações de menor dimensão, definirem como objetivo a aplicação da metodologia.

Seis Sigma é, acima de tudo, uma iniciativa estratégica de alto nível. É um processo altamente científico que nos ajuda a focar no desenvolvimento e entrega de produtos e serviços próximos da perfeição. Do ponto de vista dos processos, trata-se de uma abordagem sistemática para reduzir falhas que afetam pontos críticos para o cliente, aumentando a sua satisfação e reduzindo custos.

É uma das estratégias mais potentes desenvolvida para desencadear melhorias em produtos e serviços, bem como para, radicalmente, reduzir custos de produção aos administradores e custos com má qualidade. Tais aspectos são atingidos através da focalização na eliminação de desperdícios, número de defeitos e da variabilidade dos processos.

A idéia chave da metodologia é que, se podemos medir quantos defeitos temos, então podemos sistematicamente perceber como eliminar estes defeitos e como chegar mais próximos de “Zero defeitos”. Trata-se, portanto, de uma metodologia que se concentra na prevenção de defeitos, através da utilização de ferramentas estatísticas (ao contrário da detecção de defeitos, através da inspeção aplicável a qualquer processo e não apenas àqueles que envolvem produtos e materiais tangíveis).

3.3.3 Interpretação estatística

Pode-se perceber como o Seis Sigma mede a qualidade, (GEORGE, 2002) através da comparação com o modelo tradicional:

- No paradigma tradicional, um processo é definido como capaz se a variação natural, mais ou menos Três Sigma, for inferior à tolerância de especificação, definida pelo projeto. Assumindo normalidade do processo, este nível de qualidade (Três Sigma) leva a um rendimento de 99,73%, ou seja, um processo que opera a este nível produz 2700 partes por milhão defeituosas.
- O nível Seis Sigma requer que o processo opere de tal forma que o requisito de projeto é pelo menos Seis Sigma da média do processo. Em outras palavras, a conformidade Seis Sigma significa que um produto, um processo ou um serviço é 99,99999998% livre de defeitos, ou seja, para atingir a Qualidade Seis Sigma um processo deve produzir no máximo 3.4 defeitos por milhão de oportunidades, considerando 1,5 sigma para mais ou para menos fora do centro. Uma "oportunidade" é definida como uma hipótese para não conformidade ou não cumprir as especificações requeridas.

Isto significa que é necessário estar perto da ausência de defeitos na execução dos processos-chave. Quanto maior Sigma, menos defeitos, ou seja, quanto maior a variabilidade no processo, maior a probabilidade de ocorrerem defeitos (Figura 46).

Nível Sigma	Defeitos por milhões de oportunidades (PPM)	Rendimento do processo
6	3,4	99,9997%
5	233	99,977%
4	6.210	99,379%
3	66.807	93,32%
2	308.537	69,2%
1	690.000	31%

Figura 46 - Tabela ilustrativa - Seis Sigma [FONTE: GUPTA, 2004)

A unidade parte por milhão da medida de desempenho Seis Sigma é crítica porque permite comparar a capacidade de processos muito diferentes. A métrica Sigma garante que processos mais simples, com menos passos e menores chances de que algo dê errado, não tenham vantagens sobre processos mais complexos.

3.3.4 Metodologia de implementação

3.3.4.1 Participantes no processo

Ainda que se trate de uma estratégia que implica o desdobramento em toda a organização, é necessária a criação de uma infra-estrutura humana, da qual fazem parte as seguintes entidades:

- **Alta direção (“Chief executive office” - CEO):** estabelece objetivos, cria a infra-estrutura organizacional necessária, seleciona os projetos e as equipes, presta o apoio necessário e faz as perguntas adequadas durante as fases do projeto.
- **Campeão (“Champion”)** membro da gestão de topo responsável pela logística e aspectos do negócio do programa. Oferece a sua capacidade de gestão, liderança, apoio e guia aos cinturões negros.
- **Cinturões negros (“Black belt”):** são os líderes da equipe responsável pela medição, análise, melhoria e controle dos processos que influenciam a satisfação do cliente e/ou o crescimento da produtividade. São os impulsionadores que dirigem a organização para a excelência.
- **Cinturões verdes (“Green belt”):** são os indivíduos que apóiam a implementação e aplicação das ferramentas Seis Sigma, através da participação em equipes de projeto.
- **Mestre cinturão negro (“Master black belt”):** é o professor e mentor dos cinturões negros. Fornece apoio, revê projetos e leva a cabo projetos de larga escala. Atua como consultor interno, formador e perito.

3.3.4.2 Principais fases

A Metodologia Seis Sigma inclui o uso de um conjunto de ferramentas que, apesar de serem utilizadas em outros movimentos de Qualidade, são implementadas de acordo com uma metodologia sistemática e orientada para o projeto, através de um ciclo composto pelas seguintes fases:

a) Definição

A aplicação da metodologia inicia-se com um minucioso exame dos aspectos relacionados com um problema específico ou um conjunto de processos. São levadas a cabo as seguintes atividades:

- Identificar os possíveis projetos - Diversas fontes podem servir para propor projetos, entre elas os próprios clientes ou os colaboradores.
- Avaliar os projetos - Para evitar a sub otimização dos recursos, a Direção tem de avaliar e selecionar os projetos.
- Selecionar um projeto - Apesar de existirem muitos critérios para a seleção de projetos, o fundamental deveria ser o custo da não qualidade, a nível de empresa ou a nível de divisão.
- Preparar a missão do projeto - É preparada a missão do projeto que, posteriormente, a Direção confirmará.
- Selecionar e iniciar o trabalho - Os diretores selecionam a equipe mais apropriada para o projeto e atribuem a prioridade necessária. O progresso do projeto deve ser monitorizado para assegurar o êxito.

b) Medição

- Iniciar a Caracterização do processo - Medição do ponto de partida do nível de resultados (e os problemas) e documentação do processo.
- Planejar a coleta de dados.
- Validar o sistema de medida.
- Medir a capacidade do processo.

A finalidade é identificar e documentar os parâmetros do processo (ou variáveis de entrada) que afetam o funcionamento do processo e as

características críticas do produto (ou variáveis de resultado) para o cliente. Os documentos do processo vão sendo atualizados à medida que o projeto vai avançando. (MONTGOMERY, 1995)

c) Análise

Durante a fase de medição, foram coletados dados sobre a estatística do processo (MONTGOMERY, 2001). Compreendendo estes dados (variáveis) e a sua relação com o todo do processo pode se determinar que variáveis tenham um impacto mais provável nos atributos mais importantes para o cliente. Esta fase compreende as seguintes etapas:

- Coleta e análise de dados - A equipe de projeto analisa dados dos rendimentos, tanto atuais como históricos.
- Desenvolvimento e validação de hipóteses sobre as fontes de variação e as relações causa-efeito - São utilizadas as ferramentas e técnicas estatísticas apropriadas, tais como histogramas, box plots, análise multi-variável, correlação e regressão, validação de hipóteses, tabelas de contingência e análise de variância (ANOVA).
- Confirmação dos determinantes do funcionamento do processo - Isto é, as variáveis de entrada chave ou "pouco vitais" que afetam a(s) variável(veis) de resultado que são identificadas.

d) Melhoria

- Planejar as experiências - A equipe planeja o DOE
- Realizar experiências para identificar os determinantes críticos ou "pouco vitais".
- Realizar experiências para determinar o modelo matemático de funcionamento do processo - Utilizam-se fatoriais de segundo nível ou, se necessário, fatoriais completos.

e) Controle

- Conceber os controles (MONTGOMERY, 2005) e documentar as melhorias do processo. São utilizadas técnicas e princípios eficazes de qualidade, entre os quais se incluem os conceitos de autocontrole, o ciclo de "feedback", soluções à prova de erro e o

controle estatístico do processo. A documentação do processo é atualizada e são desenvolvidos os planos de controle do processo.

- Validar o sistema de medida.
- Determinar a capacidade do processo.
- Implementar e realizar o acompanhamento - Para assegurar que se mantenha o alcançado, é necessário controlar a implementação e auditar o funcionamento do processo durante um certo período de tempo (Figura 47).

Processo	Atividade	Ferramentas
Definir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer a proposta da equipe 2. Identificar o responsável e os integrantes da equipe 3. Administrar o trabalho inicial 	Ferramentas de identificação do projeto Formulário de definição do projeto Análise de NPV/IRR/DCF Processo de gerenciamento de PIP Kit de ferramentas SSPI
Medir	<ol style="list-style-type: none"> 4. Confirmar o alvo da equipe 5. Definir o estado atual 6. Coletar e apresentar dados 	Afinidade/ Identidade FMEA Listas de checagem Planilhas de dados Brainstorming Técnicas de votação Planilhas de Pareto
Analisar	<ol style="list-style-type: none"> 7. Determinar a capacidade do processo 8. Determinar as fontes de variação e limitações de tempo 	Regressão ANOVA FMEA Formulários de definição de problemas Mapas de oportunidades Cp e Cpk Cadeia de Suprimentos Análise da perda do acelerador de tempo Multi-Vari Box Plots Marginal Plots Interaction Plots
Melhorar	<ol style="list-style-type: none"> 9. Gerar idéias 10. Conduzir experimentos 11. Criar modelos de simulação 12. Conduzir B's e C's 13. Desenvolver planos de ação 14. Implementar 	Teste da hipótese Mapeamento do processo B's e C's/ campo de força Diagrama em árvore Pert/CPM Planilhas de Gannt Brainstorming Maquinarias Redução do tempo de preparo TPM Fluxo do processo Medida do desempenho Afinidade/ Identidade DOE
Controlar	<ol style="list-style-type: none"> 15. Desenvolver plano de controle 16. Monitorar desempenho 17. Processo Mistake-Proof 	Planilhas de controle Planilhas de Pareto Revisões interativas Listas de checagem Planilhas de dados Histogramas Diagramas de dispersão

Figura 47 - Quadro ilustrativo do modelo de implementação [FONTE: GEORGE, 2002]

3.3.4.3 Benefícios

Atingir o nível Seis Sigma é um desafio para qualquer organização. Não se deve esquecer de que se trata de programas de longo prazo - é um processo de melhoria contínua no qual as organizações mais dedicadas levam cerca de seis a dez anos para atingir o nível requerido.

Além disso, nem todas as implementações têm sucesso, sendo que alguns casos de insucesso podem ser devidos aos seguintes fatores:

- Fraca liderança
- Incorreta definição de objetivos e metas
- Fraca gestão de projetos
- Recursos inadequados
- Formação inadequada

No entanto, se devidamente implementado, tal metodologia resulta em benefícios financeiros num curto prazo após o início da implementação, pressupondo, no entanto, uma mudança radical que proporciona a excelência operativa através da maximização dos benefícios e permite à empresa alcançar os seus objetivos a longo prazo.

Alguns dos referidos benefícios traduzem-se em:

- Melhoria da satisfação do cliente
- Maior compreensão dos requisitos do cliente
- Fornecimento das entradas críticas necessárias dos processos para responder a alterações nos requisitos dos clientes
- Melhoria na entrega e no desempenho da qualidade
- Melhoria do fluxo do processo
- Aumento da produtividade
- Redução de tempos de ciclo
- Melhoria da capacidade
- Melhoria da confiabilidade do produto
- Redução dos defeitos totais
- Redução de custos, através de uma abordagem voltada à melhoria
- Redução da cadeia de desperdício.

4

MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS CDA²PEM

4.1 Introdução

No capítulo “Importância da cadeia de suprimentos para a estratégia do negócio”, foi apresentada uma pesquisa com os quatro mais importantes competidores no mercado brasileiro do segmento de indústria de alta tecnologia, especificamente no ramo de informática.

Nota-se que existem diversas áreas de melhoria em relação ao relacionamento entre clientes e fornecedores, a começar pela divulgação dos produtos e a imagem deixada no mercado pelas empresas fabricantes e distribuidoras de produtos de informática no mercado brasileiro.

Assim sendo, uma vez que existe comprovadamente uma relação biunívoca entre relacionamento do fabricante e clientes, é conveniente iniciar pelo método CDA²PEM (Cliente, Diagnóstico, Análise, Ação, Planejar, Estudo e Monitorar) abordando algumas técnicas de relacionamento com o mercado.

Basicamente, em uma indústria, deve-se gerenciar a base do valor por meio de dois aspectos importantes de relacionamento com o mercado: criar valor nos produtos e nos processos e colocar a inovação à disposição dos clientes, através do valor gerado. Por outro lado, é necessário captar o valor gerado com um foco muito direto nos clientes e gerenciar o ecossistema, isto é, a indústria com a qual se trava a competição.

Para tanto, abordam-se três tópicos importantes no relacionamento com o mercado: valor do valor, valor da marca e valor da fidelidade dos clientes.

Em certos momentos, pode-se imaginar que é possível conquistar um determinado mercado, lançando-se um produto apenas pelo valor da marca. Em muitas ocasiões, isto não acontece por razões até mesmo elementares.

Imagina-se lançar um determinado produto da marca muito forte em um determinado mercado, isto é um fator importante, mas não decisivo, porque, em alguns casos, tem-se o valor de mercado da marca, mas as marcas locais retêm os clientes e, neste caso, o valor do cliente é o fator de sucesso em um determinado mercado, e não o valor da marca.

Construindo o valor do cliente

Embora seja fácil ver que este valor é muito importante, é difícil determinar exatamente como aumentá-lo. De todas as alternativas em potencial que uma empresa poderia utilizar, (Por exemplo, propaganda, qualidade, preço, programas de retenção) qual irá produzir o melhor retorno sobre o investimento? É necessário sempre analisar com cuidado, a fim de evitar que, em alguns casos, além de não produzir efeito positivo, ainda resulte em insatisfação para os clientes.

Valor do valor

Para todos os clientes, a escolha é influenciada por percepções de valor, (RUST *et al.*, 2001) que são formadas principalmente por percepções de qualidade, preço e conveniência. Essas percepções tendem a ser relativamente cognitivas, objetivas e racionais. (Por exemplo, pode haver pouca discussão a respeito do preço de um produto ou dos seus atributos objetivos). Assim, temos o valor do cliente, obtido a partir de suas percepções em relação ao valor da marca em suas vidas e as suas necessidades.

Valor da marca

Os clientes também podem ter percepções de uma marca, que não são explicadas pelos atributos objetivos da empresa."Wagner Kamakura e Gary Russel fizeram uma pesquisa pioneira sobre o tema". Por exemplo, um carro pode ser considerado sexy, excitante ou clássico. Essas percepções tendem a ser relativamente emocionais. Chama-se de valor do cliente o ganho a partir da avaliação subjetiva das marcas de valor da marca da empresa.

Valor de retenção

O valor do cliente provém do fato de ele optar por fazer negócios com a empresa. Alguns desses negócios provêm de clientes que a escolheram em sua mais recente ocasião de compra e, desta vez, a escolheram de novo, e outros provêm de clientes que não a escolheram da última vez ou são novos no mercado. Para os que compram freqüentemente programas de retenção e atividades de desenvolvimento de relações, pode aumentar a probabilidade de a empresa continuar a ser escolhida. Chama-se o valor do cliente, obtido através de programas de retenção e desenvolvimento, de relacionamentos de valor de retenção da empresa.

Focalização

Dentro desta temática decompõe-se o valor do cliente em suas partes constituintes: Valor do valor, Valor da marca e Valor de retenção. Determinando qual delas é mais influente na empresa ou em seu setor, pode-se focalizar os fatores que mais influenciam o valor do cliente com maior impacto.

A análise do valor do cliente e dos fatores que o influenciam dá à empresa um guia para uma estratégia eficiente. A empresa identifica as iniciativas estratégicas que terão o maior impacto sobre a lucratividade, a longo prazo, da sua base de clientes, o que deve ser sua principal preocupação.

O valor do valor, o valor da marca e o valor de retenção variam de acordo com o segmento de mercado e do tipo de indústria. Entretanto, é fundamental manter o foco nestes três grandes fatores que são decisivos para o domínio do mercado.

Especificamente para este trabalho de otimização da Cadeia de Suprimentos de forma estruturada e científica desenvolveu-se a metodologia CDA²PEM, com o objetivo de otimizar a cadeia de suprimentos de ponta a ponta. Introduziram-se na metodologia, três culturas diferentes e sofisticadas: Seis Sigma, FMEA e RFID, discutidas no capítulo Técnicas aplicadas a pesquisa. Entretanto, da forma como estão sendo abordadas, trata-se de algo inédito no mundo. RFID, como tecnologia, existe desde

1948, porém, aplicado a um processo com níveis de leitura de 100% em Paletes de 60 a 70 Unidades, lidas de uma única vez combinado com FMEA e Seis Sigma, é utilizado pela primeira vez na história da indústria. Outro ponto muito importante a ser abordado com relação a aplicação da metodologia CDA²PEM na cadeia de suprimentos é a questão da agregação de valor ao cliente. Valor é tudo que se adiciona ao processo da cadeia de suprimentos com o objetivo de tornar os produtos mais atrativos aos clientes. Neste ponto o método CDA²PEM é extremamente fundamental uma vez que sua primeira abordagem trata-se exatamente da compreensão das necessidades dos clientes.

Elementos do método

Entretanto, antes de ilustrar o método CDA²PEM definem-se os elementos que suportam a metodologia, tanto do ponto de vista de organização das atividades ao longo do processo, como de desempenho. O método é composto de oito importantes elementos:

a) Fluxograma do processo do método.

Antes de iniciar qualquer atividade de engenharia é importante definir qual o processo que será utilizado, e neste caso o processo da metodologia CDA²PEM inicia-se analisando o mercado e comportamento dos clientes e organiza todas as atividades de tal forma que permita a perfeita compreensão e reprodução da metodologia, e, a implementação do processo analisado (não o processo do método) por meio do tópico monitorar.

b) Diagnóstico do processo a ser estudado

Com a metodologia perfeitamente diagramada torna-se claro por onde começar e onde terminar. O passo diagnóstico seria o mesmo que tirar uma fotografia da situação atual do processo a ser estudado, começar a entender a variabilidade dos dados, fazer uma declaração do se espera estudar que nada mais é do que as hipóteses que serão analisadas, definir o fluxograma do processo, definir qual ou quais as medidas de desempenho do processo que serão analisadas e finalmente fazer uma análise de causas e efeitos utilizando FMEA.

c) Estratégia de Coleta de coleta de dados (Ferramentas utilizadas)

Como ferramentas escolharam-se três importantes tecnologias existentes no mundo científico trabalhando de forma isolada, nesta pesquisa as três ferramentas trabalham em conjunto como um verdadeiro time.

FMEA - escolheu-se FMEA como ferramenta de análise e diagnóstico do processo porque é uma ferramenta que ajuda a selecionar de maneira muito claro os pontos críticos de um processo ou produto tais como função, modo de falha, causa raiz da falha, efeito que a causa gera, impacto e um importante campo a ser explorado que é a inovação. Além disto, FMEA permite fazer uma priorização científica do pontos de melhorias encontrados por meio do RPN (Risk Priority Number)

Seis Sigma - Seis sigma foi escolhida como ferramenta de controle das medidas de desempenho do processo ou seja da variabilidade. Este tópico é extremamente importante para a análise da cadeia de suprimentos considerando que quanto maior a variabilidade maior a probabilidade de erro no volume de produção, produtos acabados, e estoque nos revendedores que custam milhões de dólares as organizações todos os anos.

RFID - RFID foi escolhida como tecnologia que auxilia a dar velocidade e precisão ao processo, uma vez que podemos transferir informações importantes de um processo para uma etiqueta inteligente lida eletronicamente e carregadas as informações ao sistema ERP das organizações

Logo resumidamente FMEA identifica as causas raízes e define as inovações, Seis Sigma controla o processo e RFID dá velocidade ao processo.

Planejamento - Todas as atividades precisam ser ordenadas, ou seja, onde começa, onde termina quem são os responsáveis e quanto irá custar.

Estudo - Estudo é o ponto com maior foco científico do método porque é onde se encontram soluções para os problemas levantados no diagnóstico, e com isto permite analisar o quão efetivo será a sua solução.

Monitorar - Monitorar é quando o processo de melhoria inteiro já chegou ao fim e todas as hipóteses foram satisfeitas, todos os objetivos atingidos, então perpetua-se a nova solução.

Hipóteses - Logo depois de ferramentas é onde se questionam se as hipóteses originais foram ou não respondidas positivamente, caso contrário se redefine o problema.

Objetivos - Depois de encontrar as novas soluções no módulo estudar analisa-se se os objetivos da pesquisa foram ou não atingidos, caso contrário reinicia-se o processo outra vez para identificação das eventuais falhas.

No fluxograma abaixo (Figura 48), nota-se todo o desenvolvimento do método CDA²PEM, no qual é explicada sua funcionalidade passo a passo.

A seguir descreve-se abaixo passo a passo toda a metodologia “CDA²PEM”.

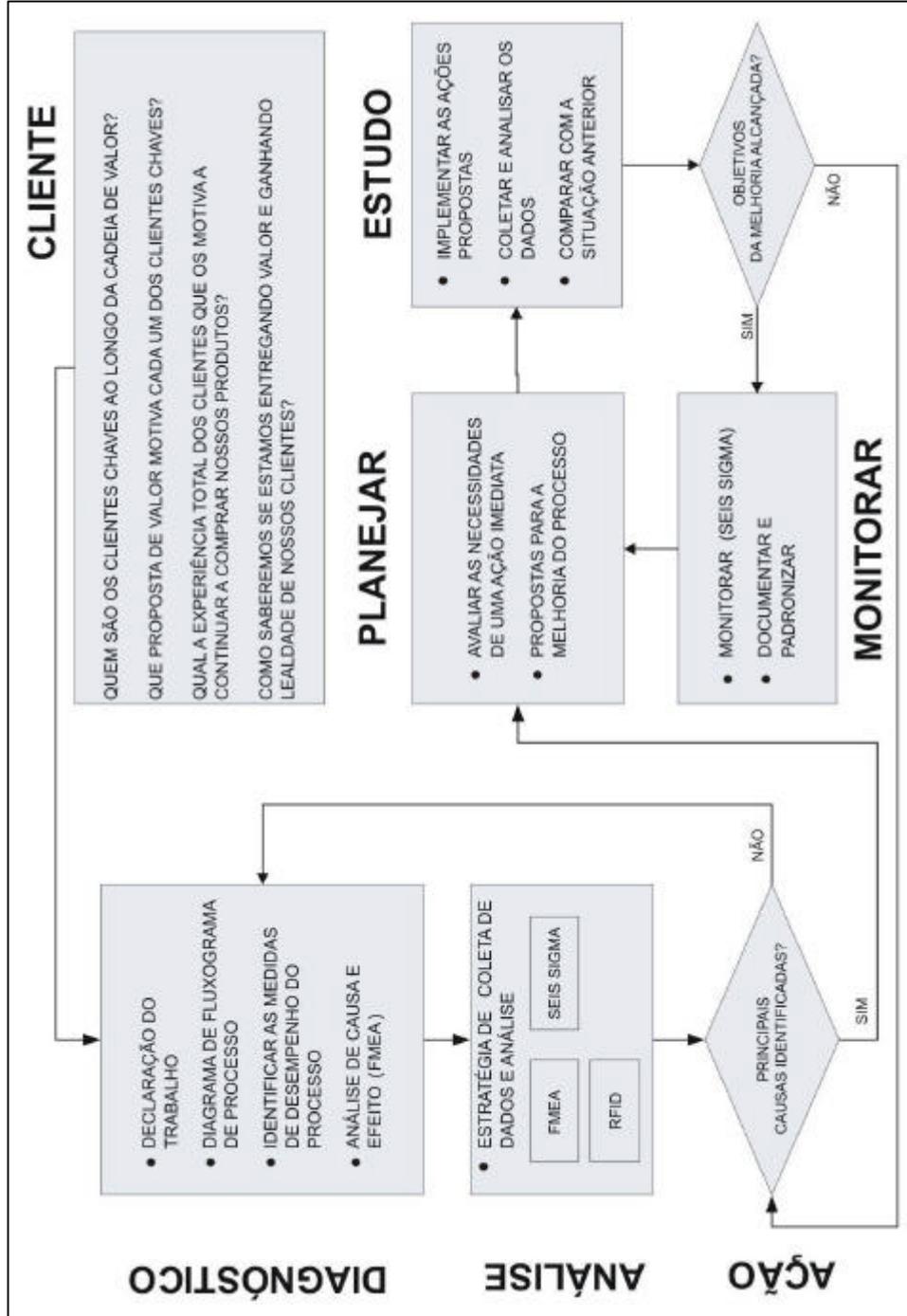


Figura 48 - Método “CDA²PEM” para otimização do processo da Cadeia de Suprimentos

4.2 Cliente

Com a finalidade de entender o mercado e o desejo dos clientes ao iniciar o estudo para otimização da cadeia de suprimentos, procura-se responder as seguintes perguntas:

- a) Quem são os clientes chave ao longo da cadeia de valor?
- b) Que proposta de valor motiva cada um dos clientes chave?
- c) Qual a experiência total dos clientes que os motiva a continuar a comprar nossos produtos?
- d) Como saber se estamos entregando valor e ganhando a confiança e lealdade dos clientes?

4.3 Diagnóstico

Dentro da caixa diagnóstico, procura-se entender o mercado através da cadeia de suprimentos, ou como a cadeia de suprimentos entrega valor ao cliente, e ao mercado. Neste sentido, inicia-se pela declaração do trabalho.

Neste item relata-se o que se pretende mudar, quais as intervenções que se deseja neste processo e como o grupo de trabalho passará a analisar o processo. Ou seja, a declaração do trabalho é o enunciado do projeto que indica o resultado pretendido com a intervenção em um processo. Deve conter: um indicador de mudança de direção, um indicador de qualidade e o processo no qual sofrerá a intervenção, por estar fora de controle.

Fluxograma do processo

Como já citado neste trabalho, um dos requisitos básicos para o sucesso da metodologia CDA²PEM para otimização da cadeia de suprimentos é entender o fluxograma do processo da cadeia. Este entendimento deve ser de tal forma que permita dar vida ao processo. Naturalmente, trata-se de uma colocação no sentido figurado, porém, Bill GATES (1999) retrata muito bem este assunto em seu livro “A empresa na velocidade do pensamento”, quando denomina de “Um sistema nervoso

digital”, referindo-se às respostas de uma organização aos sinais do mercado e às necessidades dos clientes.

Como isto pode ser interpretado? O fluxograma deve ser a fotografia de um processo que, ao menor sinal dos clientes, do mercado e da organização, entende e interpreta este sinal, transformando em ação e direcionado seus esforços de forma a atender o novo fenômeno. Interessante que, atualmente, as transformações do mercado são rápidas e precisas e acredita-se que as organizações ainda não aprenderam a conviver com isto.

Daí a expressão de Bill Gates, “Nervoso”, ao invés de dizer “Quântico”, a um processo que deve ser medido com uma variável extremamente flexível, que assuma os valores que os clientes desejam e transforme estes valores em resultados melhores do que aqueles que os concorrentes conseguem produzir.

Assim, acredita-se que poucas organizações entendam bem o valor e a força de uma cadeia de suprimentos vista como um processo contínuo e ininterrupto, ou seja, sem interrupções, sem nós e sem perda de valor.

Medida de desempenho da cadeia de suprimentos

Medidas de desempenho da cadeia de suprimentos podem ser analisadas sob duas perspectivas:

Analisa-se a saída do processo da Cadeia de Suprimentos de acordo com o Supply Chain Operational Model (SCOR) - Organização mundial, sem fins lucrativos, que define padrões para operação da cadeia de suprimentos, na qual identificou, entre 800 empresas no mundo, os principais índices que indicam o desempenho de uma cadeia de suprimentos, indicado na Figura 49.

Perspectivas	Indicador	Índice
Confiabilidade da cadeia de suprimentos	Entrega no prazo	Porcentagem
	Lead time de cumprimento do pedido	Dias
	Taxa de atendimento do pedido	Porcentagem
	Cumprimento perfeito do pedido	Porcentagem
Flexibilidade e receptividade	Tempo de resposta da cadeia de suprimentos	Dias
	Flexibilidade da linha de fabricação	Dias
Despesas	Custos da gestão da cadeia de suprimentos	Porcentagem
	Custo da garantia como porcentagem da receita	Porcentagem
	Valor agregado por funcionário	Reais
Ativos / utilização	Dias totais de estoque de abastecimento	Dias
	Tempo de ciclo do fluxo de caixa	Dias
	Giros dos ativos líquidos	Giros

Figura 49 - Indicadores de desempenho [FONTE: SIMCHI-LEVI et al., 2003]

É possível, ainda, sofisticar um pouco mais e, como parte dos estudos de otimização de uma cadeia de suprimentos, introduzir análises estatísticas (KUME, 1993) mais científicas, ou sofisticadas que dêem mais informações sobre o fenômeno que ocorre com os dados obtidos da operação da cadeia de suprimentos, uma vez que mostram sua variabilidade utilizando curvas de análise de probabilidade, tais como: Weibull, Exponencial, Normal, Lognormal. Entre elas, suas respectivas estatísticas tais como: média dos dados, desvio padrão, variância, assimetria dos dados, curtose, valor mínimo, valor máximo, quartis, mediana, intervalo de confiança para as medidas de tendência central e intervalo de confiança para o desvio padrão (TRIOLA, 1998). Outra importante medida de desempenho de um processo da cadeia de suprimentos é identificar o indicador de desempenho, otimizar o processo e controlá-lo com a metodologia Seis Sigma.

Diagrama de Ishikawa

Esta ferramenta isolada, muitas vezes, não permite tirar muito proveito nem vantagens. Porém, no contexto de uma filosofia de trabalho e dentro de uma metodologia como a CDA²PEM mostrou-se extremamente útil para analisar e selecionar as falhas ao longo do processo (Figura 50).

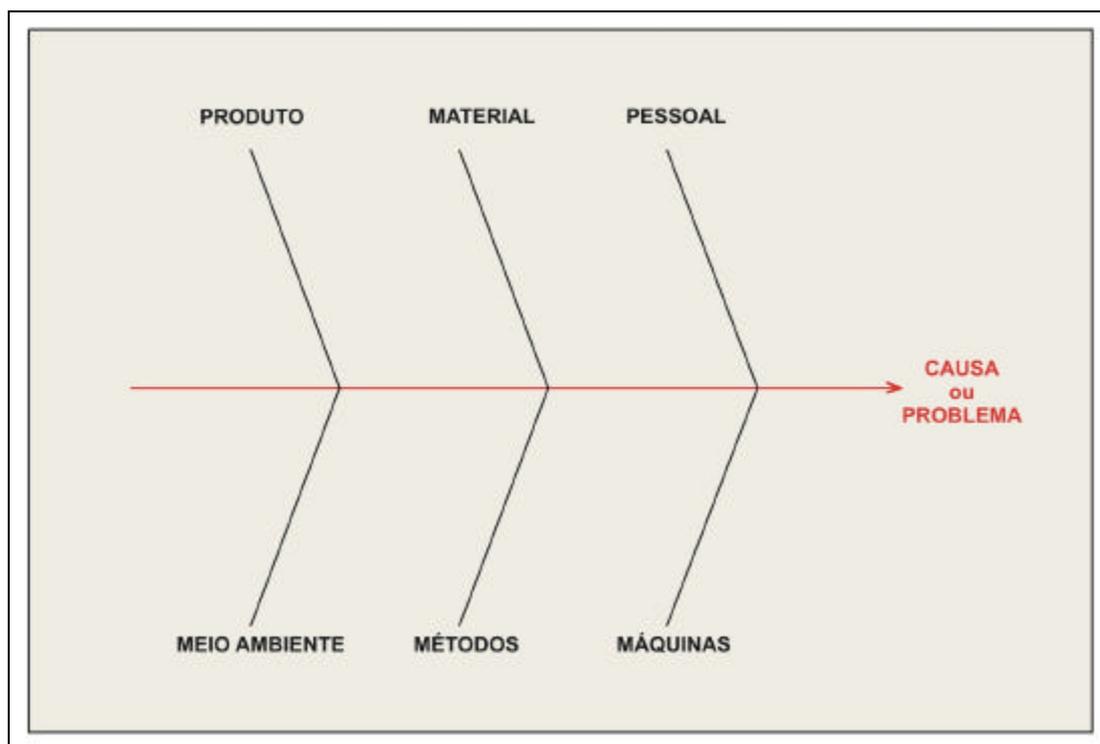


Figura 50 - Diagrama de Ishikawa [FONTE: KUME, 1993]

Estratégia de coleta de dados

Para falar de “Estratégia de coleta de dados”, é necessário discutir o pensamento estatístico. Pensar estatisticamente é tão importante quanto o hábito de ler e escrever.

Torna-se extremamente importante saber como:

- a) Apresentar e descrever informações de forma adequada
- b) Tirar conclusões a partir de grandes populações com base somente na informação obtida da amostra
- c) Saber como otimizar um processo
- d) Como obter previsões confiáveis a partir de variáveis de interesse.

O surgimento de uma economia global levou a um crescente foco na qualidade de produtos manufaturados e também no gerenciamento da cadeia de Suprimentos, principalmente porque, em algumas organizações, estuda-se a implantação de centros de distribuição mundial de produtos, ou seja, um único centro de distribuição no planeta terra para atender a todas as regiões do mundo. Com isto aumenta-se o número de variáveis e conseqüentemente sua variabilidade o que torna cada vez mais importante um tratamento científico dos dados.

Assim sendo, o raciocínio estatístico pode ser definido como o conjunto de processos voltados para o entendimento, controle e redução das variações provocadas ao longo da cadeia de suprimento. Ele inclui o reconhecimento de que os dados são intrinsecamente variáveis (dois artefatos nunca serão exatamente iguais em todos os sentidos) e a identificação, a medição, o controle e a redução de variações oferecem oportunidade para melhoria da qualidade da cadeia de suprimentos.

Pode-se resumir o raciocínio estatístico em três grandes grupos:

Variação e distribuição dos fenômenos.

Variabilidade inerente a todo processo e/ou estado da natureza.

Apesar de os dados estarem sujeitos a esta variação, eles são governados por alguma regra ou seguem alguma distribuição.

Os métodos estatísticos são ferramentas eficazes para a melhoria do processo produtivo e redução de seus defeitos ou variabilidade. Entretanto, é preciso que se tenha em mente que as ferramentas estatísticas são apenas ferramentas. Elas podem não funcionar, caso sejam aplicadas inadequadamente.

Freqüentemente, tenta-se reduzir a variabilidade de algum dado, rastreando-se a causa da variabilidade (LEVINE, 2000). Esta é uma abordagem direta e, à primeira vista, parece ser eficiente. Mas, na maioria dos casos, as verdadeiras causas raízes necessitam um trabalho científico para detectá-las com precisão. Se forem tomadas ações contra a variabilidade, com base no conhecimento daquelas falsas causas, a tentativa pode ser mal sucedida, e o esforço desperdiçado. O primeiro passo na

busca da verdadeira causa é a cuidadosa observação do fenômeno da variabilidade (LEE *et al.*, 1997). Após tal observação cuidadosa, a verdadeira causa torna-se evidente.

As ferramentas estatísticas conferem objetividade e exatidão à observação. Deve-se ter sempre em mente alguns pontos importantes no raciocínio estatístico (KUME, 1993).

- a) Dar maior importância aos fatos do que aos conceitos abstratos.
- b) Não expressar fatos em termos de intuição ou idéias. Usar evidências obtidas a partir de resultados específicos da observação.
- c) Os resultados da observação, sujeitos como são a erros e à variação, são parte de um todo obscuro. A principal meta da observação é descobrir este todo obscuro
- d) Aceitar o padrão regular que aparece em grande parte dos resultados observados como uma informação confiável.

Portanto, deve-se definir claramente a estratégia de coleta de dados de tal sorte que se possa responder a quatro perguntas importantes:

- a) Que perguntas devem ser respondidas?
- b) Que dados ajudarão a responder tais perguntas?
- c) Onde estes dados devem ser encontrados?
- d) Como estes dados devem ser coletados?

Embora as causas das variações da qualidade sejam incontáveis, nem toda causa afeta a qualidade com a mesma intensidade. Algumas delas, realmente, afetam muito a qualidade, enquanto outras, embora consideradas importantes na teoria, afetam muito pouco a variação da qualidade, quando devidamente controladas.

Estratégia de coleta de dados é um passo chave para identificação da verdadeira variabilidade dos dados e afetam o desempenho de um processo. Portanto, deve-se definir claramente como conduzir esta atividade em relação ao método CDA²PEM.

As duas técnicas FMEA e Seis Sigma foram explicadas no Capítulo 3 “Descrição das Técnicas Empregadas na Pesquisa”

4.4 Análise/Ação

Neste tópico do método é extremamente importante a análise feita dos resultados do diagnóstico do processo. Neste ponto devem ser investigados se com a declaração do trabalho feita, o fluxograma do processo desenhado, as medidas de desempenho identificadas e as análises das causas raízes levantadas, identificadas e priorizadas de acordo com a metodologia FMEA permanecem as mesmas previstas no início do enunciado original.

Neste ponto podem ser observadas mudanças oriundas do aprendizado da pesquisa. Durante o processo de pesquisa sempre descobrem-se coisas novas que estão escondidas sem serem percebidas, que podem mudar o rumo e a direção de uma análise, ou até mesmo levantar novas hipóteses originalmente descritas.

Neste ponto da metodologia existem oito perguntas importantes para ajudar na interpretação dos dados e garantirem sua consistência.

- a) O que se espera realizar coletando dados?
- b) Quais dados serão necessários?
- c) Onde os dados devem ser coletados no processo?
- d) Que esquema de amostragem deve ser utilizado?
- e) Quantos dados devem ser coletados?
- f) Quando e por quanto tempo os dados devem ser coletados?
- g) Como os dados serão registrados?
- h) Quem é o responsável pela coleta de dados?

Esta análise irá validar o enunciado original ou sugerir mudanças de direção ou de rumo, ou mesmo identificar novas hipóteses originalmente levantadas.

4.5 Planejar

Neste tópico do método, executa-se o planejamento completo do experimento, uma vez que os dados para entendimento da situação já foram obtidos nas etapas anteriores. Basicamente, neste momento são definidas as seguintes fases:

a) Integração do projeto

- Desenvolvimento do planejamento do experimento
- Plano de execução, o que será feito e quando
- Integração das mudanças ao longo do projeto

b) Gerenciamento do escopo do experimento

Nesta fase, reavaliam-se se todas as atividades previstas para a plena execução do experimento que estão contempladas no projeto:

- Início do projeto
- Planejamento do escopo - revisão do enunciado do projeto
- Definição do escopo - subdivisão das grandes tarefas em tarefas menores
- Verificação do escopo - formalização da aceitação do escopo pelos patrocinadores do projeto

c) Gerenciamento do tempo

- Define as atividades
- Seqüência das atividades
- Estima a duração das tarefas
- Controla as atividades

d) Gerenciamento do custo

- Planejamento de recursos (pessoal, equipamento, material)
- Estima o custo
- Controla o custo
- Qualidade do projeto
- Planejamento da qualidade - define os padrões de qualidade que se espera alcançar.

e) Qualidade

- Planejamento da qualidade
- Qualidade assegurada
- Controle da qualidade

f) Gerenciamento dos recursos humanos

- Planejamento organizacional – Identifica, documenta e indica as responsabilidades para os envolvidos no projeto.
- Desenvolvimento da equipe do projeto - treinamento, aptidões

g) Comunicação do projeto

- Planejamento da comunicação
- Distribuição da informação – deixar a informação disponível
- Qualidade das informações

h) Risco do projeto

- Planejamento dos riscos do projeto
- Identificação dos riscos
- Análise qualitativa dos riscos
- Análise quantitativa dos riscos
- Redução dos riscos
- Monitoramento dos riscos

i) Compras para o projeto

- Planejamento de compras
- Identificação dos fornecedores
- Pré-qualificação dos fornecedores
- Escolha dos fornecedores

4.6 Estudo

Neste ponto, diversos experimentos já foram realizados. Já existe uma completa análise dos dados levantados a partir dos experimentos. Os resultados encontrados são analisados contra os dados do processo antigo. Identificam-se as lições aprendidas com as mudanças aplicadas ao processo, seja do ponto de vista de regras de negócios, mudança de processos, mudanças de sistemas (Software) ou mudanças de tecnologias aplicadas ao processo. Trata-se de uma fase de identificação de uma mudança drástica mudança no processo em estudo.

4.6.1 Objetivos de melhoria alcançados?

Neste ponto é semelhante ao item 4.4 do ponto de vista estratégico, aqui novamente surgem as perguntas se a hipótese original foi satisfeita ou não? Os objetivos traçados originalmente foram atingidos ou não? Se não, o que mudou? Que variáveis fugiram do rumo originalmente traçado? Normalmente neste ponto do processo de aplicação da metodologia CDA²PEM é onde se identifica o maior aprendizado da pesquisa. Este aprendizado está relacionado principalmente com o módulo “Estudo”, onde testa todas as hipóteses previamente estabelecida. Caso os resultados não sejam satisfatórios faz-se tantas iteração quantas forem necessárias para obter o resultados ou aborta-se o projeto antes de implementá-lo. Neste ponto também comparam-se os resultados da implementação da hipótese com a análise dos dados do processo original, sem intervenção. Quando chega-se neste ponto o processo original sofreu várias modificações e inserções de novas atividades tanto acrescentando como reduzindo redundâncias.

Análise dos resultados

Neste momento, comparam-se os resultados das inovações com o processo antigo, e analisam-se ganhos do ponto de vista de aumento da velocidade do processo, dos lucros financeiros, da simplificação do processo, do aumento de participação do mercado e da facilidade dos clientes em fazer negócios com a organização.

4.7 Monitoramento

Basicamente, neste ponto, implanta-se o novo processo desenvolvido e começa-se a monitorá-lo com os índices definidos de desempenho. Neste ponto, pode-se indicar para o futuro que a capacidade de melhorias em determinados processos fica cada vez mais restrita e, com isto, busca-se uma mudança do processo ou de tecnologia. Como se pôde ver, nos capítulos anteriores, sugere-se que, no século XXI, o transporte tradicional dos dias de hoje será substituído pelo teletransporte quântico.

5

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA CDA²PEM

5.1 Introdução

Neste capítulo mostra-se a completa aplicação da metodologia CDA²PEM em um processo da cadeia de suprimentos analisando todos os seus passos, com análises estatísticas, ilustrações e finalmente fazendo as comparações dos resultados.

O método mostrou-se extremamente útil para sincronizar o processo da cadeia de suprimentos, analisar os nós da cadeia e propor alternativas de solução. Um ponto que ficou muito claro durante este exercício foi a capacidade de unir o time do projeto em torno do mesmo objetivo e definir claramente quando e por quem cada atividade deveria ser executada. Portanto, conforme descrito abaixo navega-se pelo método utilizando as técnicas previamente definidas como RFID e Seis Sigmas.

5.2 Relacionamento com os clientes

Inicia-se a aplicação da metodologia CDA²PEM analisando-se o resultado do relacionamento com os clientes, respondendo as seguintes perguntas.

a) *Quem são os clientes chave ao longo da cadeia de valor?*

- Clientes corporativos, clientes varejistas e clientes finais.

b) *Que proposta de valor motiva cada um dos clientes chave?*

Primeiramente, é necessário que os clientes percebam que o produto oferecido irá resolver também o problema de seus clientes. Além disso, leva-

se em consideração o suporte de vendas, facilidade de seleção e disponibilidade de processos para interação com o fornecedor. Preço é algo muito importante na maior parte das decisões dos clientes. A fase do pedido, facilidade de colocação de sua ordem e entrega no prazo são fortes fatores considerados. Instalação e aprendizado no momento do uso são fatores igualmente importantes considerados pelos clientes. O serviço de suporte ajuda o cliente a definir a sua próxima compra ou a formar uma imagem do fornecedor que ficará para sempre na sua memória. O trabalho com reciclagem e a preocupação com o meio ambiente tornam-se cada vez mais importantes na decisão de continuar a comprar produtos do mesmo fornecedor. Finalmente, a imagem e o relacionamento com o mercado através da liderança de tecnologia, preços competitivos, experiência superior, integridade, retorno do investimento, facilidade de fazer negócios e entender as necessidades dos negócios dos clientes fecham este tema.

c) Qual a experiência total dos clientes que os motiva a continuar a comprar nossos produtos?

Basicamente, os clientes esperam sentir-se diferenciados, atendidos de forma cortez e sem burocracia. O produto comprado anteriormente deve ter resolvido seus problemas originais, agregado valor a seu processo e ajudado a torná-lo vencedor e líder de seu mercado.

d) Como saber se estamos entregando valor e ganhando a confiança e lealdade dos clientes?

A melhor resposta a esta pergunta é se o cliente fez a segunda compra, se aceita relatar um caso de sucesso para ser publicado conjuntamente e se recomenda à organização a outros potenciais clientes.

5.3 Declaração do trabalho

Reduzir o tempo envolvido na Cadeia de Suprimentos da HP, tanto para suprimentos como para impressoras, melhorando o sincronismo e a acurácia das operações de movimentação em cada elo da cadeia, com subsequente redução dos estoques e dos custos logísticos e aumento da disponibilidade de produtos para os clientes finais, levando a Cadeia de Suprimentos a operar na velocidade do pensamento.

Razão para a mudança

Na indústria de informática, a disponibilidade de produtos no varejo e o prazo de entrega para seus canais de distribuição são fatores essenciais na acirrada disputa de mercado, em particular no segmento de bens de consumo.

Por outro lado, considerando que o alto custo do capital proíbe a manutenção de elevados estoques, a indústria de informática é levada a reagir com velocidade cada vez maior à demanda do mercado.

Eventuais erros que ocorrem no processamento dos pedidos e na movimentação dos produtos também acabam por resultar no aumento dos tempos e custos da Cadeia de Suprimentos.

O aumento do sincronismo das operações e redução dos tempos e custos exigem:

- Visibilidade dos estoques e eventos em cada elo da cadeia de distribuição
- Rigoroso controle dos estoques disponíveis ao longo desta cadeia.
- Maior agilidade e controle nos processos de movimentação e conferência.

A busca desses objetivos seria mais simples, não fossem a complexidade imposta pela diversidade de sistemas de informação nas diversas empresas da Cadeia de Suprimentos e a falta de conectividade entre esses sistemas.

Adicionalmente, a visibilidade de todo este fluxo de materiais e informações é comprometida pela demora na disponibilidade de informações

e pelas discrepâncias existentes entre a realidade física e a posição fornecida pelos diversos sistemas de informação.

Estas discrepâncias são provocadas pelos erros ocorridos nos processos de movimentação (não detectados nas conferências) ou no seu apontamento, ou na digitação dos dados das planilhas.

O alvo deste projeto é levar a Cadeia de Suprimentos a operar na velocidade do pensamento. Portanto, o aumento da agilidade e acurácia dos processos de conferência de recebimento e de separação e embarque, em cada empresa envolvida na cadeia de distribuição e na pronta atualização e disponibilização das informações inerentes a essas movimentações, é fundamental. Com RFID, cortam-se nós da Cadeia de Suprimentos e disponibilizam-se informações em tempo real a qualquer participante das alianças estratégicas ao longo da Cadeia de Suprimentos desde a origem até o a reciclagem dos produtos.

5.4 Fluxograma do processo

5.4.1 Introdução

O entendimento do processo da cadeia de suprimentos e seus fenômenos - “variabilidade de seu desempenho” - é fundamental para aplicar correções e melhorias necessárias para o alcance dos objetivos dos negócios.

Descrevem-se, neste módulo, os resultados da análise de requisitos e estudo de viabilidade para implantação da tecnologia de RFID nos centros de distribuição de Vitória e de Campinas.

As informações a seguir são o resultado do levantamento, detalhamento e validação dos requisitos definidos para a pesquisa, bem como definições encontradas ao longo da pesquisa sempre voltada aos processos da cadeia de suprimentos.

Portanto, neste módulo o objetivo é analisar e documentar a análise dos processos (Figura 51) e mostrar a viabilidade de otimizar a cadeia de suprimentos com a combinação de Seis Sigma, FMEA e RFID como tecnologia de ponta na melhoria da indústria.

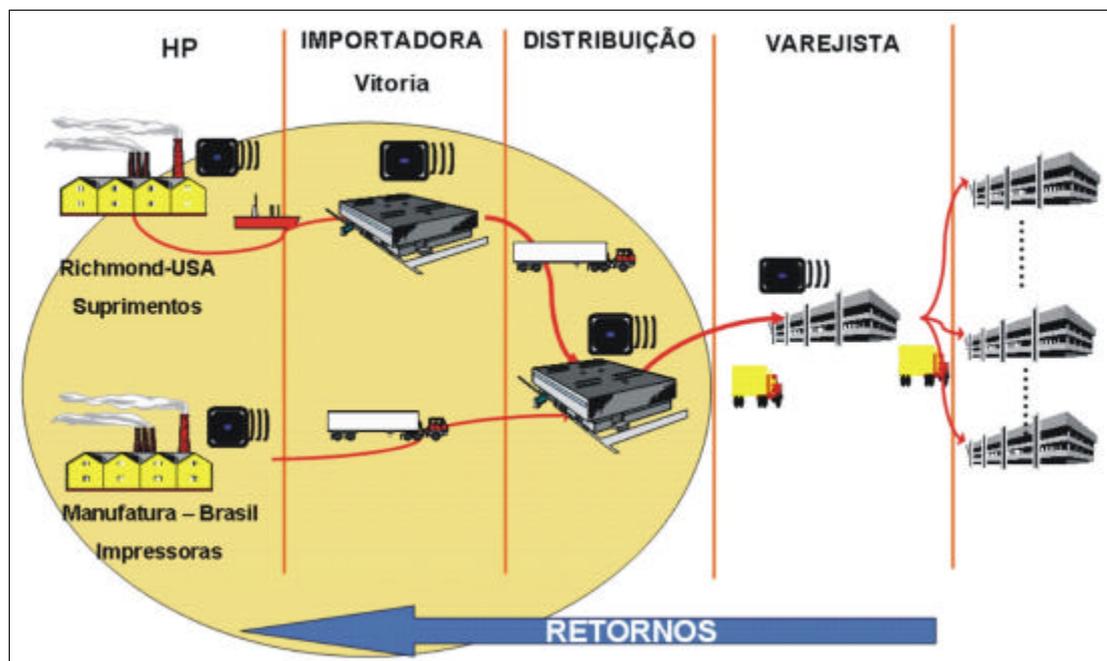


Figura 51 - RFID - Cadeia de Suprimentos

Tomou-se em consideração os processos no estado original e identificaram-se os pontos críticos, através da análise do tipo FMEA onde faz sentido aplicar a tecnologia RFID, conforme ilustrado anteriormente. Os macro-processos envolvidos no escopo do projeto e analisados são:

- Conferência no recebimento de produtos.
- Nacionalização dos produtos;
- Separação de produtos para expedição;
- Conferência da separação;
- Emissão de notas fiscais;
- Conferência da expedição de produtos.

As empresas e unidades participantes do projeto são:

- Importadora em Vitória - ES: importadora dos produtos HP, contrata os serviços do CD de Vitória e todos os trâmites para nacionalização dos produtos;
- 3PL de Vitória - ES: efetua os serviços de recebimento de mercadoria, armazenamento, separação e expedição;
- HP Richmond: ponto de expedição da HP onde são fixadas as etiquetas RFID nos produtos HP;
- HP Vitória - ES: filial da HP que efetiva todo o trâmite fiscal de recebimento e transferência de mercadorias;
- HP Campinas - SP: filial da HP que recebe a mercadoria proveniente da filial Vitória - ES.

O projeto tem a natureza de um "Piloto", ou seja, propõe-se a:

- a) Validar o uso da tecnologia RFID como ferramenta de melhoria de produtividade a partir da automatização de processos de conferência de paletes;
- b) Entender e aperfeiçoar detalhes técnicos e operacionais surgidos ao longo de sua execução como meio de formatar um modelo de uso de RFID dentro da Cadeia de Suprimentos.

Os principais fatores que delimitam o espaço e ações do escopo do projeto são:

- Os produtos a serem 'Etiquetados' e controlados durante o piloto são suprimentos, em caixas e impressoras vindas da Flextronixs da fábrica de Sorocaba.
- Os processos efetuam fundamentalmente conferência de paletes e conteúdos de número de série ("Part Numbers"), usando índices de leitura a serem ajustados durante o "Piloto", no qual será possível identificar o nível de leitura dos paletes mais adequado para a implementação em escala.
- O projeto traduzir-se-á nos seguintes resultados efetivos em termos de produtos instalados:
 - Um portal de leitura RFID de etiquetas "Tags" de paletes e caixas dos produtos;
 - Um ponto de leitura caixa-a-caixa (para desmontagem e remontagem de paletes);
 - Um sistema (software) de controle de leitura para cada um dos pontos referidos - que implemente as regras de negócio necessárias a seu funcionamento;
 - Um sistema (software) de armazenamento e controle de integração dos dados de Eletronic Product Code (EPCs) entre cada uma das empresas e unidades envolvidas;
 - Um sistema (software) de integração dos dados e processos aos sistemas de retaguarda de cada uma das empresas envolvidas.

5.4.2 Processo Atual

5.4.2.1 Descrição do processo atual

Apresenta-se, a seguir, um fluxograma dos processos atualmente envolvidos no piloto para aplicação das tecnologias de Seis Sigmas, FMEA e RFID.

A seqüência numerada de eventos abaixo é a seqüência lógica de fluxo de informações (Figura 52)

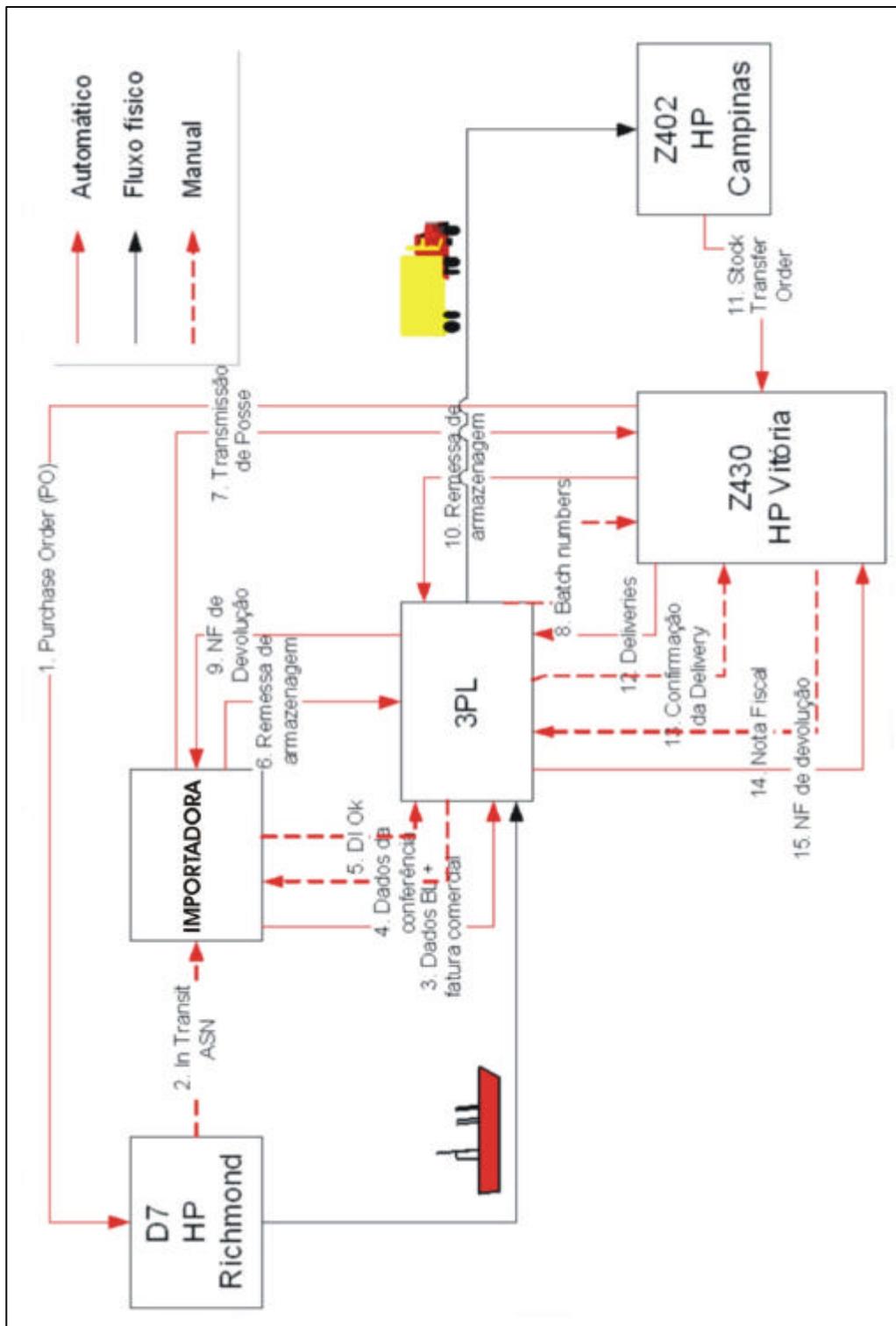


Figura 52 - Processo atual

Processo de recebimento

O processo de recebimento é descrito, considerando toda a seqüência desde a abertura da ordem de compra que engloba tanto os eventos físicos quanto os sistêmicos, em sua ordem aproximada de execução.

Algumas tarefas não foram consideradas por não terem significado para o processo de RFID.

O fluxograma apresentado na Figura 53 detalha toda a seqüência comum de execução do processo. Já o resumo, a seguir, segue o fluxo físico do recebimento, iniciando-se efetivamente na chegada dos produtos ao centro de distribuição.

Resumo do processo

- O evento que inicia o processo de recebimento é disparado pela chegada física dos produtos de Vitória - ES.
- Dados de entrada os dados que são usados no processo são:
 - Dados do Boletim de Liberação (BL)
 - Dados dos Produtos: quantidades, Part Numbers;
- Formatos de entrada
 - A entrada dos dados é feita inicialmente pelo lançamento dos dados do BL. A partir destes dados, o Sistema de gerenciamento do almoxarifado do 3PL (WMS - "Warehouse Management System") gera um lote aduaneiro e importa os dados dos produtos;
 - Os dados de resultados de conferência das mercadorias são lançados manualmente no sistema;
 - Os dados de transmissão de posse, etc. são gerados/lançados automaticamente, via troca de dados entre sistemas por meio eletrônico (EDI - "Electronic Data Interchange");
- Processo: o processo de recebimento é uma seqüência de eventos de conferência de produtos para, então, efetuar seu armazenamento. Pode-se dividir estas conferências em:

- Checagem de volumes e do código que identifica os tipos de produtos (PN - “Part number”): é a verificação das quantidades de paletes e respectivos Part Numbers. É feita visualmente;
- Checagem de “InstallByDate”: é a coleta e conseqüente verificação das datas de validade dos cartuchos;
- Checagem “cosmética”: é a verificação visual do estado das embalagens e verificação de conteúdo (por peso);

Além dos processos de conferência, é feita a etiquetagem de caixas quando necessário.

- Dados de saída: os dados gerados pelo processo de recebimento são os resultados das próprias conferências, principalmente a checagem de volumes e PNs, cujas eventuais não-conformidades devem gerar correção dos dados na Importadora e posterior retransmissão de dados da 3PL.

Pode-se considerar também como saídas do processo:

- Nota de devolução das mercadorias à Cisa;
 - Lista dos lotes (“Batch Numbers”);
 - Transmissão de posse da Importadora à HP Vitória;
 - Mudança do status das mercadorias no sistema WMS do 3PL
- Formato de saída:
 - O resultado das conferências é transmitido manualmente para a Importadora;
 - Os dados das mercadorias armazenadas sofrem alteração de status dentro do sistema WMS da 3PL.

As não-conformidades resultantes do processo de conferência “cosmética” são reportadas à Importadora, porém não são sistemicamente armazenadas.

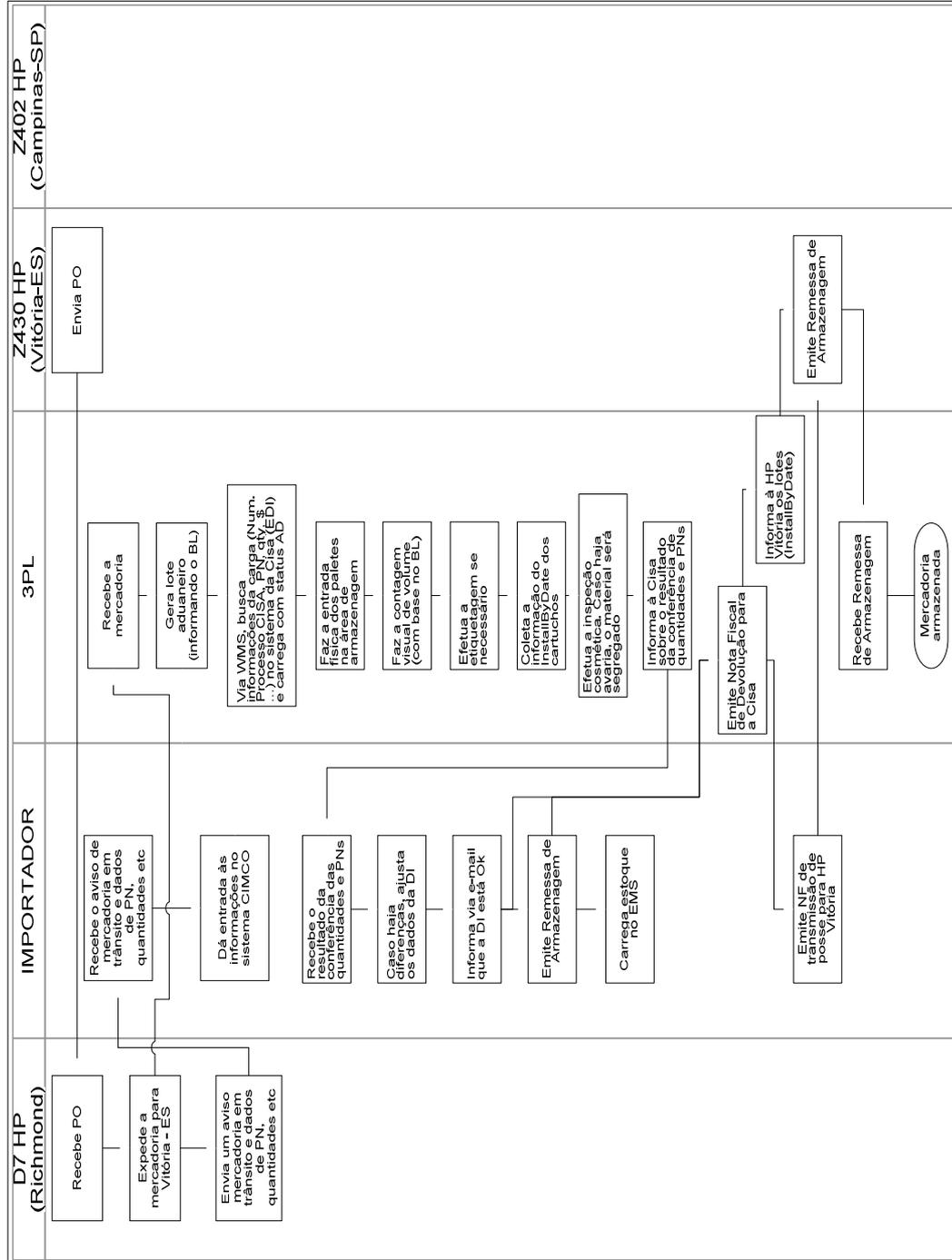


Figura 53 - Processo de recebimento

Processo de separação

O processo de separação é definido como o de movimentação de paletes (e sua eventual remontagem) para posterior expedição.

A separação, como dito, pode envolver a montagem de novos paletes a partir do fracionamento de outros.

O fluxograma da Figura 54 engloba tanto os eventos físicos quanto os sistêmicos, em sua ordem aproximada de execução. O resumo do processo (a seguir) tem foco no processo físico ocorrido dentro do Centro de Distribuição.

Algumas tarefas não foram consideradas por não terem significado para o processo de RFID.

Resumo do processo

- Evento que inicia: o evento que dispara a separação é a chegada dos Deliveries no sistema da 3PL.
- Dados de entrada: o Delivery contém os dados de quantidades, PNs e lotes (“InstallByDate”).
- Formatos de entrada: os Deliveries são gerados pela filial HP Vitória. O recebimento dos Deliveries ocorre via EDI no sistema da 3PL.
- Processo: a partir dos Deliveries, é gerada a lista de picking. Os paletes são então separados.

Caso haja novos paletes a serem montados, são selecionados os paletes a serem desmontados e então gerados novos.

- Dados de saída: a saída do processo é a confirmação dos Deliveries, transmitida à filial HP Vitória;
- Formato de saída: as confirmações são lançadas manualmente no sistema da Coimex e transmitidas via EDI para ciência da HP Vitória;
- Volumes: os volumes são similares aos do processo de recebimento;

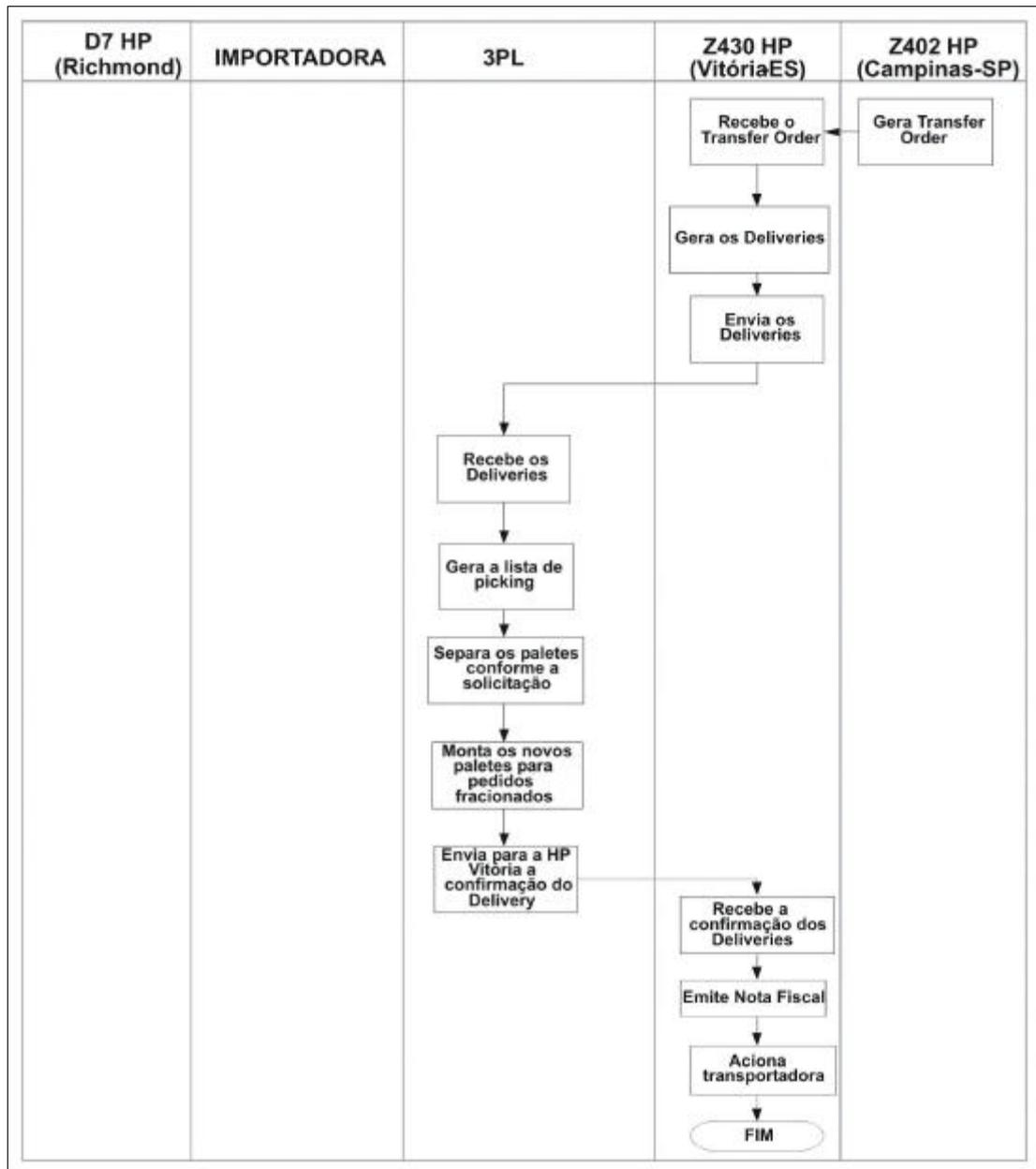


Figura 54 - Fluxo atual de separação

Processo de expedição

O processo de expedição consiste nas tarefas de conferir os produtos a serem expedidos, bem como baixar o estoque dos sistemas.

Há uma relação direta do processo de expedição com o processo de separação. A divisão entre ambos considera:

- Aspecto temporal: o processo de separação é concluído pela confirmação do Delivery. Segue-se, então, um processo “interno” na filial HP Vitória, que culmina com a emissão de Nota Fiscal;
- Aspecto operacional: o processo de separação pode eventualmente envolver fracionamento para montagem de novos paletes. Este é considerado um processo bem delimitado, que não pode ser tratado como um subprocesso da expedição.

O fluxograma da Figura 55 engloba tanto os eventos físicos quanto os sistêmicos, em sua ordem aproximada de execução. O resumo do processo (abaixo) tem foco no processo físico ocorrido dentro do Centro de Distribuição.

Resumo do processo

- Evento que inicia: o evento que inicia processo de expedição é a chegada efetiva do documento de Nota Fiscal na área de expedição do CD.
- Dados de entrada: o processo de expedição se vale dos mesmos dados confirmados no processo de separação (“Deliveries”, listas de “Picking”), além dos dados da própria Nota Fiscal.
- Formatos de entrada: os dados de “picking” já estão disponíveis no sistema. Os dados da Nota Fiscal são lançados manualmente no sistema;
- Processo: o operador lança os dados da Nota Fiscal. É feita baixa no estoque e liberação do carregamento. A carga é conferida junto ao transportador.
- Dados de saída: a saída do processo é a baixa do estoque e emissão da Nota Fiscal de devolução de armazenagem para a filial HP Vitória.
- Formato de saída: a baixa do estoque é feita pelo sistema a partir dos dados dos volumes separados. A transmissão da Nota Fiscal de devolução é feita via EDI.

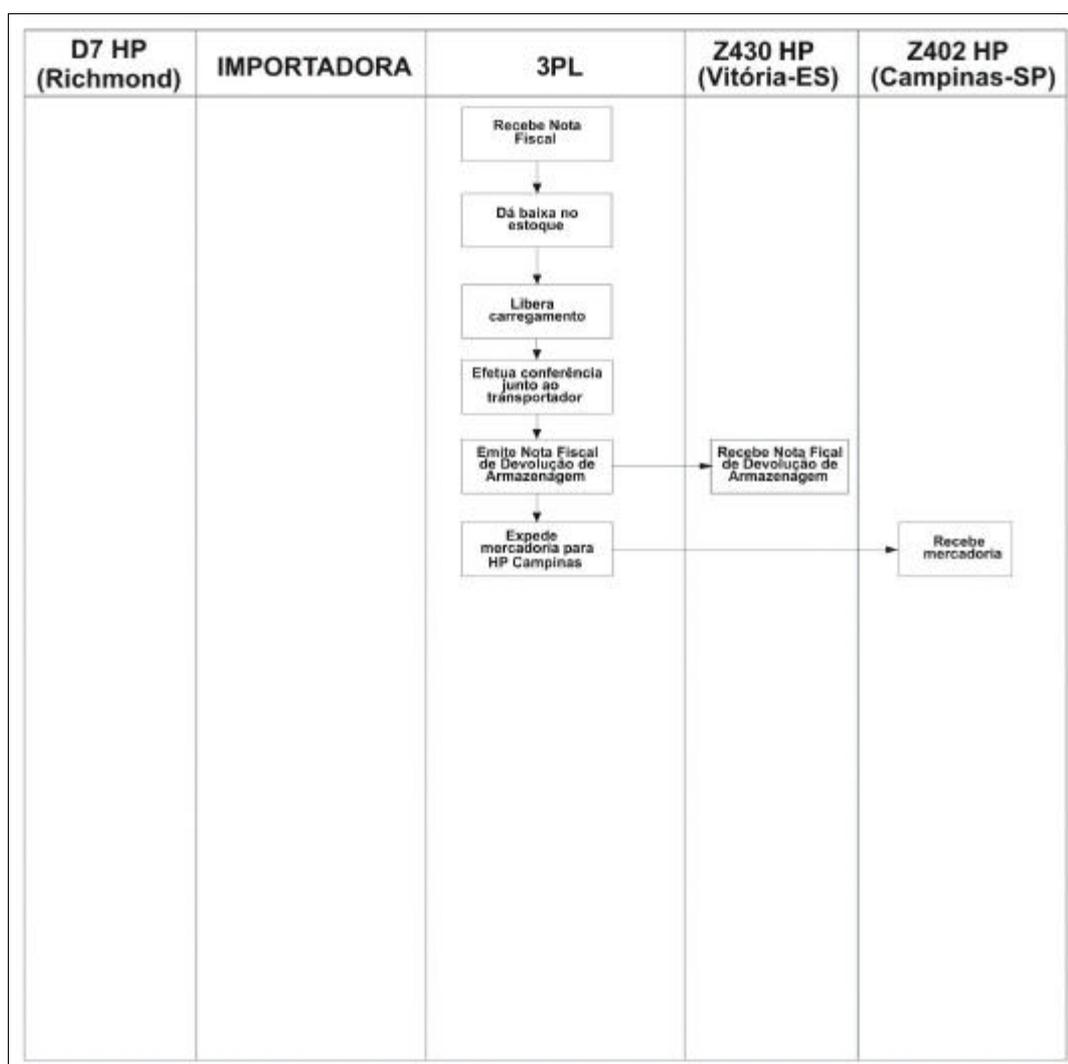


Figura 55 - Fluxo atual de expedição

5.4.2.2 Desenho de integração

A seguir, apresenta-se a integração entre os sistemas das empresas e unidades envolvidas, representando o fluxo atual de informações que acompanha a execução dos processos.

Na Figura 56 mostra-se a integração dos sistemas utilizados para gerenciamento e controle da cadeia de suprimentos envolvendo a HP e os parceiros na situação atual, ou seja sem inovação proposta. Nota-se que em Richmond tem-se o ERP (SAP) da HP operando e integrando toda a região de américas (EUA, Canadá e América Latina) e interfaceando com os ERP do 3PL e da importadora.

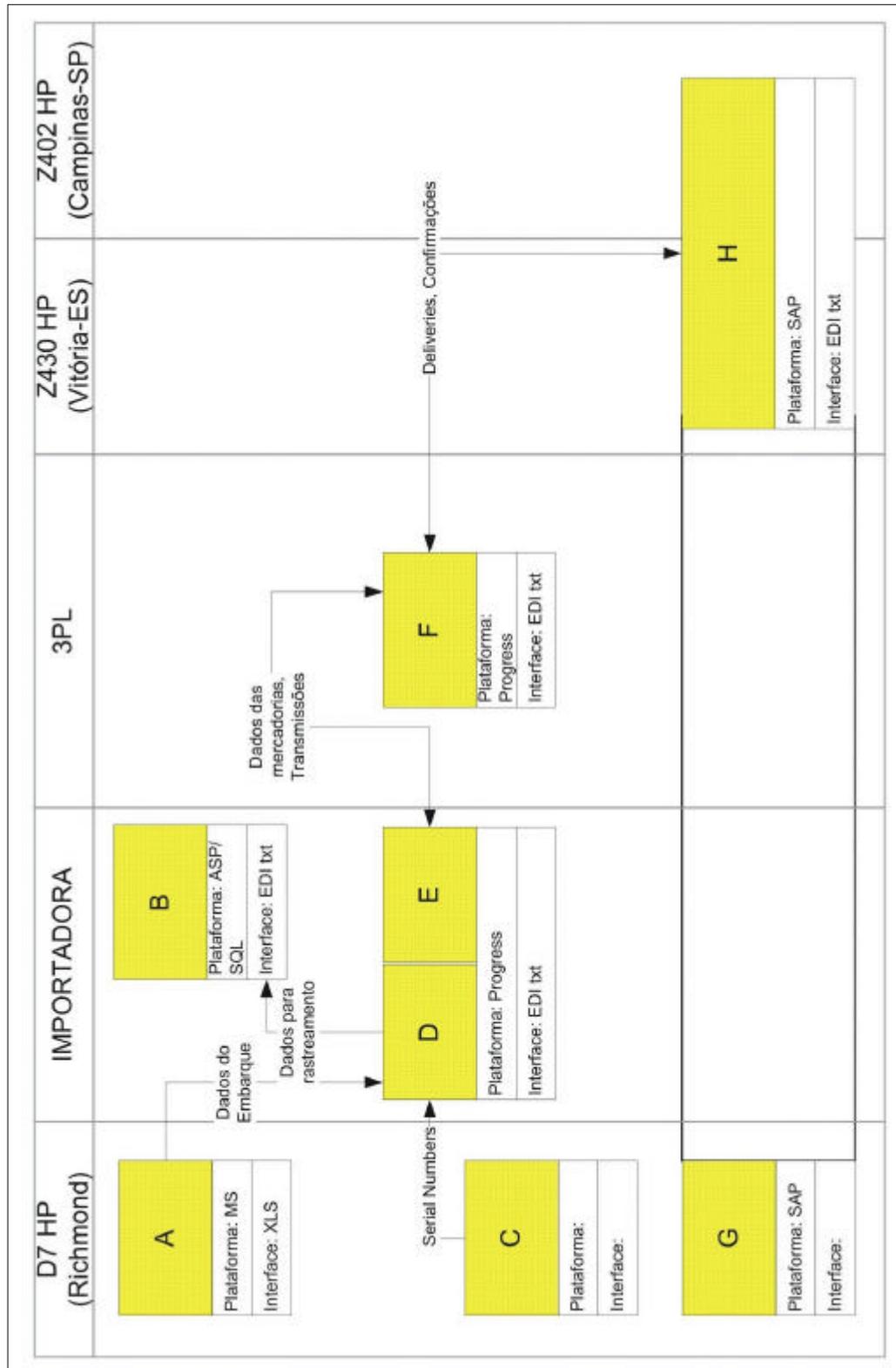


Figura 56 - Diagrama de integração de sistemas

Observações

- Os sistemas da Importadora e 3PL estão na mesma plataforma (“Progress”) facilitando seu “interfaceamento”, que ocorre via arquivos texto.
- Sincronização: as interfaces atuais são sincronizadas com o processo físico de movimentação de mercadorias, de forma que normalmente as operações lógicas fazem registro efetivo dos processos físicos.

5.4.3 Pontos críticos atuais

Do ponto de vista funcional, as seguintes observações foram feitas durante o levantamento de processos:

- O processo de recebimento com conferência “cosmética” e coleta de dados de lotes (“InstallByDate”) tem um impacto alto no atual processo, pois exige mais tempo e mão-de-obra para sua efetivação, logo, confirma-se como candidato forte à otimização com RFID.
- O processo de separação com fracionamento exige um controle operacional maior, para garantir a acuracidade no atendimento às listas, bem como não perder produtividade.
- O processo de expedição atualmente não contempla conferência efetiva de seu conteúdo a não ser por volumes e PNs solicitados. Esta conferência é visual e sujeita a falhas, principalmente considerando-se “direct shipping”.
- A maioria dos processos de conferência atuais não é sistemicamente “registrada”, mas, sim, apenas “consolidada”, ficando os registros apenas manuais e sujeitos a falhas de anotação.

5.4.4 Estudo de melhorias

A seguir, é apresentada a síntese do processo de análise de requisitos efetuado para modelagem do projeto de RFID da Importadora/3PL.

Esta análise constituiu-se dos seguintes procedimentos:

- Análise preliminar operacional de processos para identificação do contexto e adequação à RFID.
- Levantamento da situação atual dos processos e seus pontos de melhoria.

- Ensaio inicial das condições físicas para uso de RFID.
- Estudo de impacto de RFID no modelo operacional das empresas envolvidas.

A seguir, dividimos o resultado desta análise em:

- Análise de ambiente: contém as condições atuais e do ambiente funcional, técnico e estrutural para implantação de RFID.
- Análise de processo: considera as condições de processo e o nível esperado de melhorias neste com a implantação de RFID.
- Revisão de requisitos: nesta seção, é revisto o check-list básico para implantação de RFID, e respondidas as 'perguntas' que ajudam a definir o grau de adequação geral à implantação de RFID.
- Impactos: em seguida, são detalhados os impactos funcionais, técnicos e estruturais previstos na implantação de RFID.

5.4.4.1 Análise de ambiente

Ambiente funcional

Atualmente, os processos operacionais têm pouca automação (coleta de códigos, captura móvel) e não apresentam grande complexidade funcional.

Prevê-se um aumento de complexidade operacional quando da introdução efetiva de separação com fracionamento, pois será necessário controlar a desmontagem e remontagem de paletes.

Os principais "quesitos" de medida do processo operacional atual são:

- Velocidade: atualmente, os tempos entre recebimento e expedição são baixos. Esta agilidade contribui para agregar vantagens competitivas à operação e ao cliente (HP). Os novos procedimentos de checagem de recebimento e separação com fracionamento devem se inserir no processo atual, sem impacto sensível para os tempos atuais.
- Acuracidade: os processos de "Inbound" e "Outbound" têm importância crítica para garantia de qualidade na cadeia de suprimentos.

Comparado aos demais pontos da cadeia, o elo de importação/nacionalização/ estocagem está naturalmente mais sujeito a erros operacionais, cujo ajuste tem impacto maior em produtividade e custos para o cliente.

De forma geral, a relação entre velocidade e acuracidade envolve outro fator importante, o custo operacional. Baseado em observações no comportamento destas variáveis dentro do centro de distribuição da HP, constroi-se uma figura ilustrativa com três variáveis velocidade, acuracidade e custos de operação.

O custo aumenta em função do aumento da acuracidade e a conseqüente diminuição da velocidade de conferência dos produtos, por motivo de maior aplicação de mão de obra, e custos financeiros advindos do valor do inventário. O vetor custo pode ser definido com um vetor deslizante que oscila no eixo cartesiano, onde as ordenadas são medidas a velocidade e as abscissas são medidas a acuracidade. Este é um fenômeno importante na cadeia de suprimentos, nesta pesquisa mais marcante porque com a aplicação da tecnologia RFID espera-se cortar significativamente as discrepâncias verificadas no momento de recebimento de produtos, aumentar a velocidade e conseqüentemente diminuir os custos de inventário

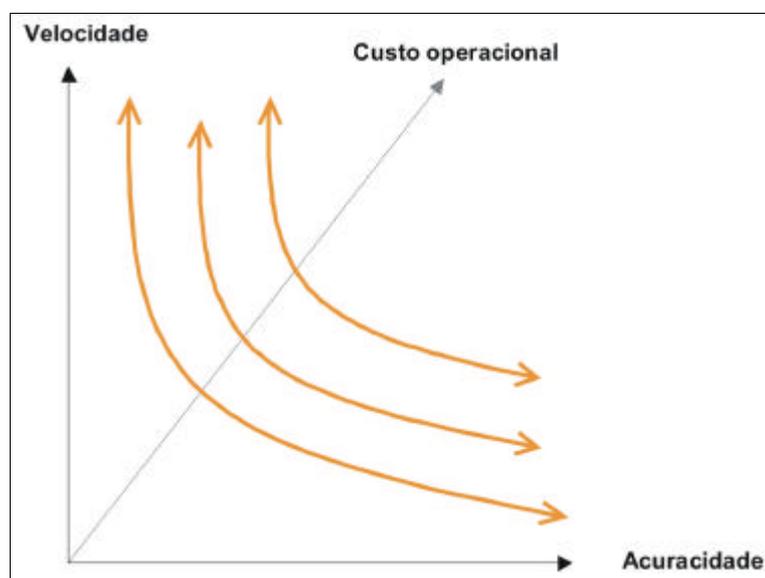


Figura 57 - Diagrama da relação entre velocidade, acuracidade e o custo operacional

Ambiente técnico

O ambiente técnico analisado engloba os sistemas atuais das empresas e unidades envolvidas.

Os sistemas “fornecedores” de informação do processo inicial (recebimento) foram analisados sob o ponto de vista dos requisitos necessários, (Quadro 7) ou seja, foi especificado o que se espera do sistema que fornecerá informações de EPCs em Richmond (EUA).

Os quesitos considerados na análise dos sistemas da Importadora e 3PL estão indicados no Quadro 7.

Quadro 7 - Quesitos para análise dos sistemas

Quesito	Observações
Nível de integração atual	<ul style="list-style-type: none"> - Os sistemas fornecedores de informação do primeiro elo em questão não estão eletronicamente integrados - Os sistemas da Importadora-3PL têm integração simples, estando na mesma plataforma - Os sistemas atuais não possuem API “pronta” para sistemas externos, porém sua plataforma permite tal implementação
Extensão do RFID	<ul style="list-style-type: none"> - Os sistemas atuais de WMS não possuem suporte para IDs únicos em nível de caixa de embalagem de SKUs - O WMS atual pode sofrer modificações para que dispare “eventos” operacionais
Adequação dos processos	<ul style="list-style-type: none"> - O processo atual de recebimento implementado atende às necessidades de consolidação de resultados de conferência - O processo atual de separação já fornece dados suficientes ao operador para realizar a separação - Não há processo sistêmico de conferência de expedição, porém a mudança de status no sistema atual permite esta adequação

Ambiente estrutural

A análise estrutural para implantação de RFID considera os seguintes aspectos mostrados no Quadro 8.

Quadro 8 - Aspectos para implementação de RFID

Quesito	Observações
Análise do local físico	<ul style="list-style-type: none"> - O ambiente do armazém possui espaço físico suficiente. Deverão ser definidas as áreas de operação de cada processo - Foram identificadas fontes de interferência (equipamentos de 900 MHz). Conforme o cliente, é possível trocá-los por 2.4 Ghz - Preliminarmente, verificou-se que as condições mínimas necessárias para instalação são atingíveis
Padrões de procedimentos operacionais	<ul style="list-style-type: none"> - O tipo e padrões de movimentação de paletes e caixas são comuns, usando empilhadeiras de garfo simples e paleteiras - Os volumes e meios de transporte atendem ao requisito
Padrões técnicos de RFID	<ul style="list-style-type: none"> - O tipo de etiquetas indicado atendeu bem aos testes preliminares, e segue o padrão EPC - Foram utilizados dois padrões diferentes de leitores, com resultados satisfatórios
Desempenho de leitura	<ul style="list-style-type: none"> - Os objetos-foco deste Piloto atendem bem aos requisitos. Foram testados três PNs - Foi verificada boa desempenho (volume x quantidade x tempo) principalmente nas leituras em Turn-Table

5.4.4.2 Análise de processos

Os processos envolvidos foram analisados segundo os seguintes critérios:

- Adequação de fonte: neste quesito, é avaliado se o processo projetado tem/terá os dados necessários disponíveis para sua execução.
- Adaptação operacional: avaliam-se os procedimentos operacionais e o nível de mudanças esperado frente à disponibilidade de ambiente, mão-de-obra, tempo de processo, cultura operacional.
- Consistência final: neste item, verifica-se a manutenção de consistência das informações na cadeia após a execução do processo, de forma a garantir que este (como parte do elo da cadeia estudada) não altere, mas, sim, contribua para manter íntegras as informações da cadeia.
- Expectativa de impacto: o processo é analisado ante as possíveis expectativas de mudança em sua velocidade e acuracidade. As análises estão ilustradas nos Quadros de 9 a 12.

Quadro 9 - Análise de velocidade e acuracidade - Recebimento

Quesito	Observações
Adequação de fonte	Atualmente, não há dados em nível de caixas disponíveis. Deverá receber dados de: <ul style="list-style-type: none"> - palete: Part Number, quantidade caixas, EPCs das caixas - caixa: Part Number, quantidade de itens, InstallByDate
Adaptação operacional	<ul style="list-style-type: none"> - O nível atual de informatização do processo é baixo - Não foram vistas barreiras impeditivas à implementação da tecnologia RFID
Consistência final	<ul style="list-style-type: none"> - Casos em que a conferência de contagem e PNs precise ser feita caixa-a-caixa devem ser também previstos para leitura de RFIDs, de modo a manter a integridade dos conteúdos dos paletes
Expectativa de impacto	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidade: dá-se maior velocidade à conferência de volumes e caixas, desde que seja atingido o índice de leitura desejado. Por outro lado, adiciona-se o procedimento de depositar o palete sobre o Turn-Table para leitura - Acuracidade: melhora, com a adição da conferência palete x caixa

Quadro 10 - Análise de velocidade e acuracidade - Separação

Quesito	Observações
Adequação de fonte	Disponíveis os dados citados no recebimento, o processo de separação já terá os dados necessários
Adaptação operacional	<ul style="list-style-type: none"> - Não foram vistas barreiras impeditivas à implementação da tecnologia RFID - A operação de separação com fracionamento deverá ser efetuada também com leitura de EPCs, garantindo a integridade dos dados em paletes
Consistência final	<ul style="list-style-type: none"> - Com o processo de desmontagem e remontagem de paletes com leitura, é possível garantir a integridade final dos dados
Expectativa de impacto	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidade: não se deve perceber ganho substancial neste caso, pois o processo de montagem de paletes é manual - Acuracidade: melhora sensível, uma vez que a montagem do palete será consistida em tempo real

Quadro 11 - Análise de velocidade e acuracidade - Expedição

Quesito	Observações
Adequação de fonte	Os dados disponibilizados pelo processo de separação serão os utilizados neste processo
Adaptação operacional	<ul style="list-style-type: none"> - Não foram vistas barreiras impeditivas à implementação da tecnologia RFID - A conferência de expedição com RFID deve ocorrer primordialmente nos processos de embarques diretos
Consistência final	<ul style="list-style-type: none"> - A execução desta conferência não altera a integridade já disponível no processo anterior
Expectativa de impacto	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidade: não se deve perceber ganho substancial neste caso. Adiciona-se o procedimento de depósito do palete sobre Turn-Table - Acuracidade: confere um grau maior de certeza ao processo

Quadro 12 - Análise de velocidade e acuracidade - Outros processos/ subprocessos

Processo	Descrição
Contagem caixa-a-caixa	- Procedimento a ser seguido caso não se tenha condições aceitáveis de leitura de paletes no recebimento, separação ou expedição;
Segregação	- Procedimento/processo que considera a necessidade de se desmontar paletes e retirar caixas quando estão incorretas ou avariadas;
Troca de etiquetas de caixas	- Procedimento operacional necessário caso haja problema em etiquetas de caixas

5.4.4.3 Revisão de requisitos para aplicação de RFID

Os itens ilustrados nos Quadros 13 a 15 formam um resumo de requisitos para implantação de tecnologia de RFID em processos operacionais.

Não é uma lista “fechada” nem tão pouco resume a análise, porém permite verificar o nível de impacto operacional/técnico/estrutural esperado para atendimento a cada requisito, fornecendo subsídio para identificar claramente as condições de realização do projeto.

Quadro 13 - Requisitos para implementação do RFID

Natureza	Requisitos	Impacto
De processo	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se prever condições de leitura de paletes em modo de conferência (checagem contra lista previamente fornecida), considerando índices de leitura de caixas em paletes diferentes para combinações de processos, PNs e montagens; - Cada processo deve ser bem definido e mapeado do ponto de vista de produtos finais, papéis e responsabilidades; - O uso de etiquetas de RFID não deve excluir a necessidade de identificação visual de paletes e caixas, preferivelmente usando/mantendo códigos de barras e descrições, úteis em processos de contingência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo - Médio - Baixo
De procedimento	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos operacionais devem estar bem claros quanto a uso e resposta dos equipamentos, operações de contingência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo
De gerenciamento	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se contemplar funcionalidades para revisão contínua dos resultados e impactos da tecnologia nos processos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo

Quadro 14 - Requisitos técnicos para implementação do RFID

Natureza	Requisitos	Impacto
De integração	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se prever o recebimento dos dados de conferência com tempos aceitáveis - Deve-se considerar a retenção de dados e eventos por local de uso (integração "ponto-a-ponto") 	<ul style="list-style-type: none"> - Médio - Baixo
De sistemas	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se permitir o disparo de eventos de processo mediante operação nos sistemas atuais - Deve-se permitir limitar/automatizar operações conforme respostas dos sistemas RFID 	<ul style="list-style-type: none"> - Médio - Baixo
De gerenciamento	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se permitir um mínimo de rastreamento/consulta de informações geradas por processos de RFID, considerando operador, local, data/hora 	<ul style="list-style-type: none"> - Médio

Quadro 15 - Requisitos estruturais para implementação do RFID

Natureza	Requisitos	Impacto
De ambiente físico	<ul style="list-style-type: none"> - O espaço físico para cada processo deve ser bem definido, de modo a não dar margem a erros operacionais que dificultem o uso da tecnologia RFID; - O uso de tecnologias de transmissão em rádio-freqüência no ambiente de leitura deve ser controlado, de forma a não causar interferências. 	<ul style="list-style-type: none"> - Médio - Médio
De ambiente lógico	<ul style="list-style-type: none"> - Os sistemas de gerenciamento do Centro de Distribuição devem prever a possibilidade de disparar (e ter disparados) eventos de forma automática a partir dos processos de leitura/consistência com RFID. - O processo operacional deve prever a adição de sinalizadores e indicadores visuais das leituras efetuadas, bem como dos resultados da aplicação de regras de negócio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Médio - Baixo
De procedimento operacional	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se tomar todas as medidas necessárias para que os usuários envolvidos conheçam bem e apliquem os procedimentos previstos durante todo o Piloto de forma a garantir que os dados colhidos do processo representem fielmente os procedimentos previstos; - Os operadores envolvidos devem estar preparados para executar os processos também em regime de contingência (sem RFID) de forma completa, inclusive atualizando os sistemas origem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo - Baixo

5.4.5 Conclusões preliminares

A partir da análise, cujo resumo está descrito nos itens anteriores, pode-se concluir o seguinte:

- A implantação da tecnologia de RFID é viável para os processos relacionados, sendo recomendável a realização de um Piloto que defina/valide um modelo de operação, controle e manutenção dos processos.
- Os principais focos de atenção no projeto devem estar relacionados a:
 - Impactos de modificação dos processos operacionais, cujo nível atual de informatização será bastante alterado;
 - Necessidades de informação para montagem da cadeia de dados de EPCs entre os elos do processo de logística HP;
 - Nível de integração sistêmica esperado, considerando a necessidade de adaptação dos sistemas atuais para gerenciar e estar sensíveis a eventos operacionais de RFID.
- Os índices de leitura obtidos em portal (em análise preliminar) atenderam satisfatoriamente. Mesmo assim, o projeto deve prever a adoção de índices configuráveis de leitura de caixas em paletes, que permitam ser ajustados conforme informações dadas pelos próprios processos durante a própria execução do Piloto;
- Para manter a integridade de informações de EPCs em paletes e caixas, é necessário que toda manipulação feita nestas seja assistida por um ponto de leitura específico para tal.

5.4.5.1 Impactos funcionais previstos

- Alteração de procedimentos para passagem de paletes em portal de leitura RFID com “Turn-Table”;
- Alteração de procedimentos de segregação, desmontagem e montagem manual de paletes;
- Novo foco operacional de manutenção da integridade das etiquetas trocando-as quando necessário;
- Adição de processos de conferência de produtos através de leitura RFID;

- Delimitação de áreas físicas de processos considerando a presença de portal e ponto de leitura caixa-a-caixa.

5.4.5.2 Impactos técnicos previstos

- Modificações nos sistemas de retaguarda para interagirem gerando e recebendo eventos operacionais a partir dos processos de leitura RFID;
- Adição de sistema de gerenciamento do processo com RFID;
- Adição de sistemas servidores de informações de EPCs.

5.4.5.3 Impactos estruturais previstos

- Instalação de um portal RFID de leitura de paletes sobre uma “Turn-Table”;
- Instalação de um ponto de leitura caixa-a-caixa em local de desmontagem e montagem de paletes;
- Instalação de equipamentos dentro do armazém para leitura, controle e sinalização;
- Instalação de infra-estrutura elétrica/lógica nos locais dos pontos de leitura;
- Alteração/troca de equipamentos de comunicação de 900 MHz, evitando sofrer interferência dos equipamentos de leitura de RFID.

5.4.6 Sugestão dos novos processos com aplicação RFID

Apresenta-se agora o novo cenário do processo da cadeia de suprimentos considerando a utilização da tecnologia RFID para agilidade do processo, entretanto, as técnicas utilizadas para análise e entendimento dos processos foram Seis Sigma e FMEA. FMEA foi utilizada para selecionar os itens críticos do processo da cadeia de suprimentos que foram aplicados a tecnologia RFID e Seis Sigma foi utilizado para analisar a variabilidade dos dados dos processos envolvidos na pesquisa. No capítulo 4 metodologia CDA²PEM está explicado detalhadamente como aplicar as técnicas FMEA, RFID e Seis Sigma aplicados nesta pesquisa.

Para efeito comparativo, foi destacado em cores o conteúdo modificado quanto aos processos originais (Figura 58).

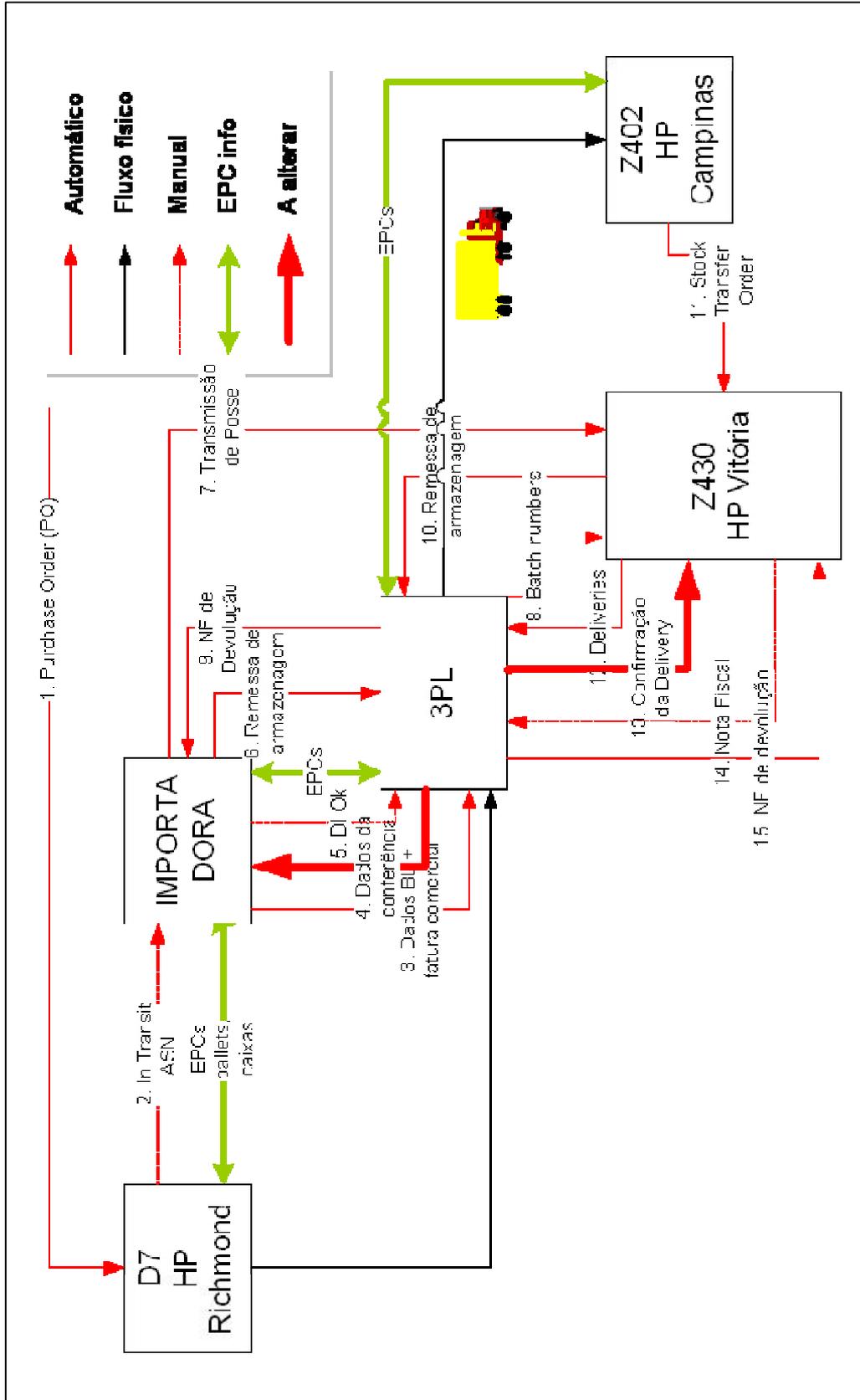


Figura 58 - Processo proposto para utilização do RFID

A proposição de mudança inclui, como foi visto na Figura 58, a adição de um fluxo integrado de informações de EPCs, identificado na cor verde.

Este fluxo “inicia-se” com a disponibilização em Richmond (EUA) dos dados de paletes e caixas expedidos para o Centro de recebimento de produtos em Vitória - ES.

Este fluxo ocorre a partir de repositórios de dados e eventos ligados a EPCs e seus respectivos identificadores de processos, de forma a montar uma cadeia “ponto-a-ponto” de informações.

Também como proposição de mudança, é sugerida a automatização de dois fluxos de processos entre a Importadora e a 3PL e filial HP Vitória.

5.4.6.1 Novo processo de recebimento

Descrição

O novo processo incluirá a conferência eletrônica de paletes e caixas através da leitura de RFID em portal e, se necessário, definido operacionalmente, por passagem de caixa-a-caixa.

O novo processo realizará eletronicamente a checagem de:

- Palletes válidos;
- Caixas válidas para o palletes;
- “Part Number” das caixas válidas para o palletes;
- Quantidade caixas válida para o palletes;
- “InstallByDate” válido para o palletes.

O novo processo deve prever a possibilidade de leitura caixa-a-caixa em ambiente próprio, montado para tal.

Também pelo novo processo, o procedimento de conferência deverá ser efetuado com suporte maior do sistema, que deverá receber todas as informações automáticas de passagem em portal e caixa-a-caixa além de dados de resultados da conferência “cosmética”.

O WMS deverá transmitir automaticamente os resultados da conferência para o sistema da Importadora.

Resumo de melhorias

- Maior acuracidade da contagem;
- Mais agilidade/velocidade no informe de não-conformidades.

Fluxo proposto

O fluxograma a seguir apresenta o processo de recebimento proposto, destacando, em verde e com borda diferenciada, os novos procedimentos adicionados/alterados no fluxo anterior (Figura 59).

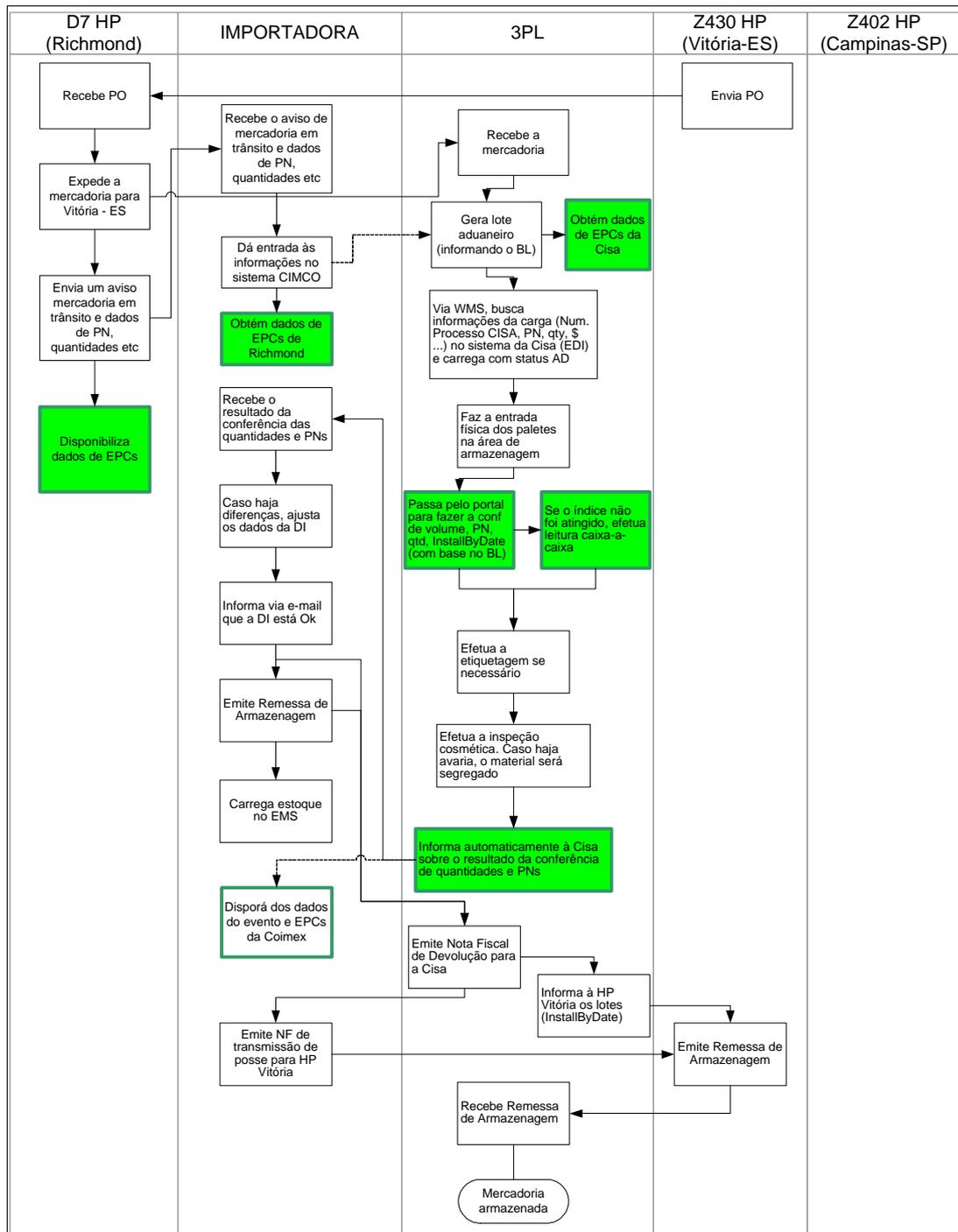


Figura 59 - Fluxograma de recebimento

5.4.6.2 Novo processo de separação

Descrição

O novo processo incluirá a montagem e conferência de novos paletes através de leitura de conteúdo on-line, além de conferência dos paletes montados e separados através da passagem pelo portal.

O novo processo realizará eletronicamente a checagem de:

- Montagem de paleta:
 - Pallet em desmontagem válido;
 - Caixa para montagem válida;
 - Part Number da caixa para montagem válido;
 - InstallByDate da caixa válido.
- Conferência de pallet:
 - Pallet válido;
 - Caixas válidas para o pallet;
 - Part Number das caixas válido para o pallet;
 - Quantidade de caixas válida para o pallet;
 - InstallByDate válido para o pallet.

O novo processo gerará novos números de pallet virtual no caso de montagem de paletes.

Também pelo novo processo, o procedimento de confirmação do Delivery deverá ter seu disparo automatizado a partir do processo de conferência da separação.

Resumo de melhorias

- Maior acuracidade da montagem dos paletes fracionados;
- Maior acuracidade ao conferir todo o conteúdo separado;
- Mais agilidade/velocidade no informe da conclusão do processo.

Fluxograma proposto

O fluxograma a seguir apresenta o processo de separação proposto, destacando, em verde e com borda diferenciada, os novos procedimentos adicionados/alterados no fluxo anterior (Figura 60).

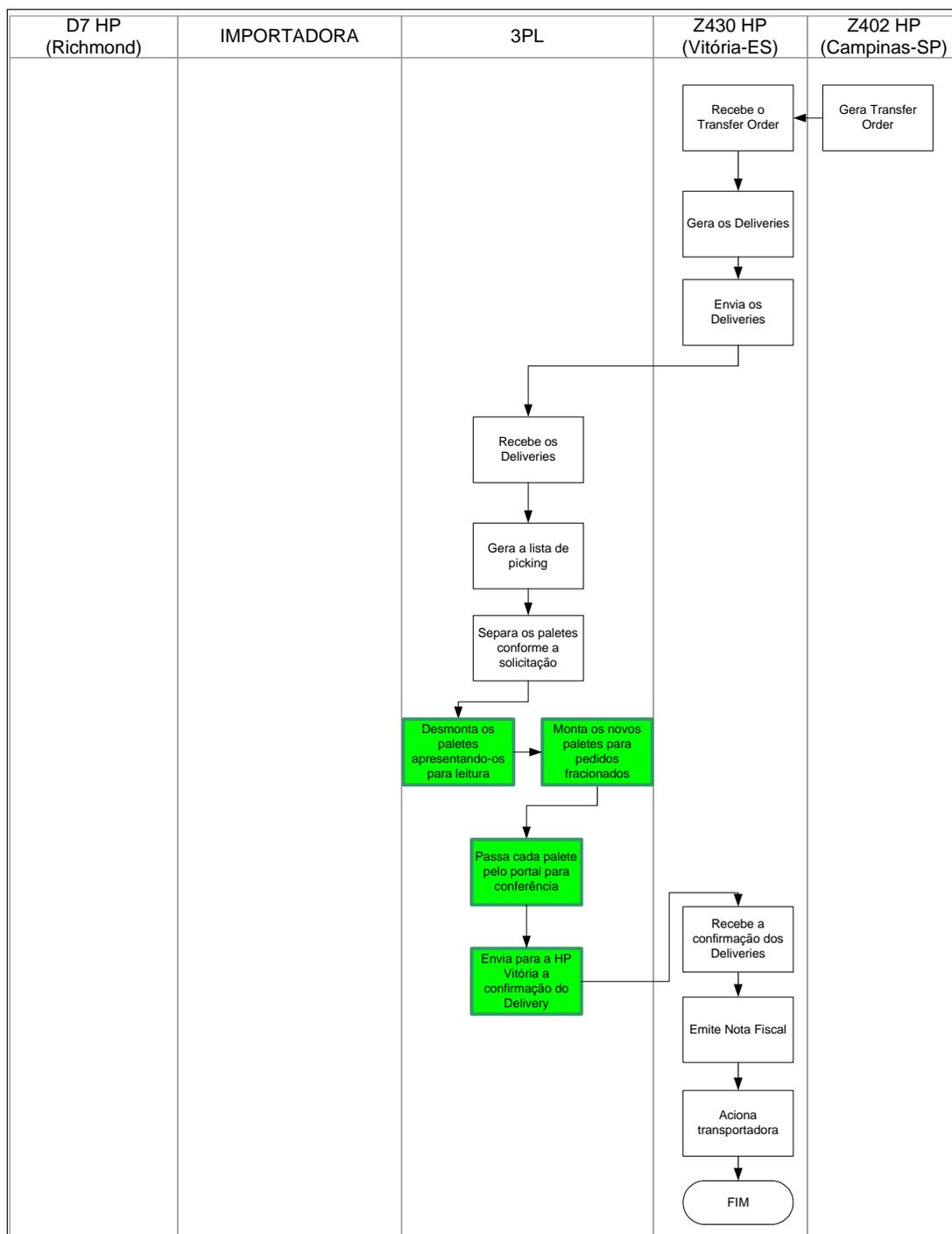


Figura 60 - Fluxograma do processo de separação

5.4.6.3 Novo processo de expedição

Descrição

O novo processo fará a conferência eletrônica do conteúdo expedido.

O novo processo realizará eletronicamente a checagem de:

- Palete válido;
- Caixas válidas para o palete;
- Part Number das caixas válido para o palete;
- Quantidade de caixas válida para o palete;
- InstallByDate válido para o palete.

Resumo de melhorias

- - Maior acuracidade ao conferir todo o conteúdo a ser expedido.
- - Redução do tempo de recebimento, armazenagem e expedição.

Fluxograma proposto

O fluxograma a seguir apresenta o processo de expedição proposto, destacando, em verde e com borda diferenciada, os novos procedimentos adicionados/alterados no fluxo anterior (Figura 61).

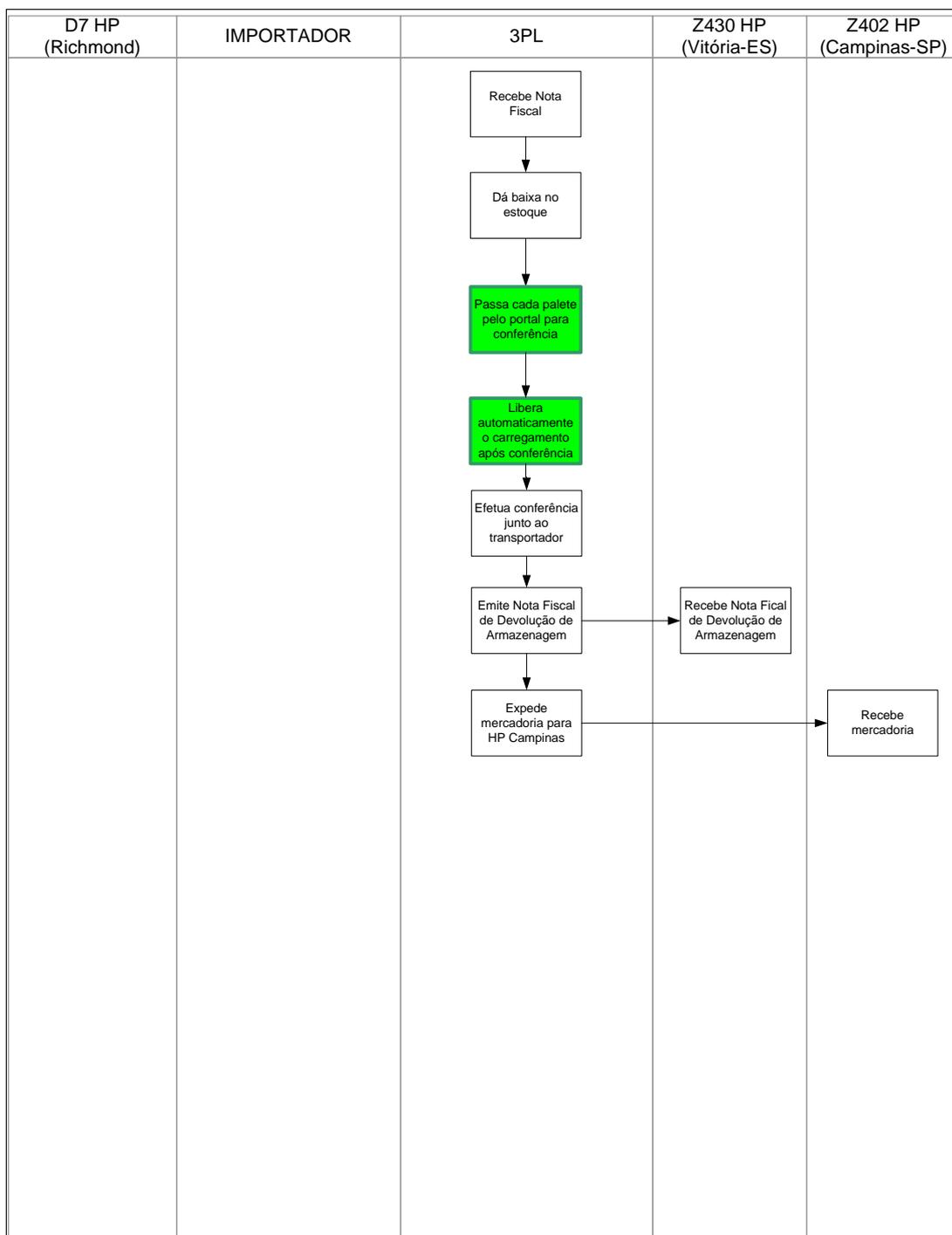


Figura 61 - Fluxograma do processo de expedição

5.4.6.4 Nova arquitetura de integração

A seguir, é apresentada a nova arquitetura de integração proposta para o projeto RFID.

A elaboração desta arquitetura não é definitiva e, propositalmente neste momento, não considera alguns possíveis componentes de sistema que, embora “adicionáveis”, não acrescentam nem facilitam o entendimento nesta fase.

Os principais critérios utilizados para a elaboração desta arquitetura foram:

- Adequação a padrões e protocolos definidos para a tecnologia de RFID;
- Implementação ponto-a-ponto de passagem/repositório de informações de EPCs na cadeia de logística de produtos HP;
- Menor impacto possível nos processos atuais de EDI;
- Menor impacto possível para implementação dentro dos sistemas de retaguarda.

Os principais componentes novos desta arquitetura (Figura 62) são:

- EPC IS Server: sistema servidor de informações de EPCs identificáveis tanto por IDs quanto por suas “chaves” de processos (p. ex. números de BL, notas fiscais, Deliveries, etc);
- Middleware: sistema de controle e processamento de leitura de tags de EPCs e processamento de seus filtros, agregações e retenção temporária de dados de EPCs;
- Sistema de Workflow RFID: sistema que implementa as regras de negócio ligadas aos processos funcionais de leitura. Tais regras envolvem: bloqueio operacional, sinalização de erros, avisos, controle de início e fim, contingências, etc.

Os novos componentes estão destacados (borda verde) no desenho a seguir.

Os componentes em cinza representam sistemas/repositórios fora do escopo deste projeto.

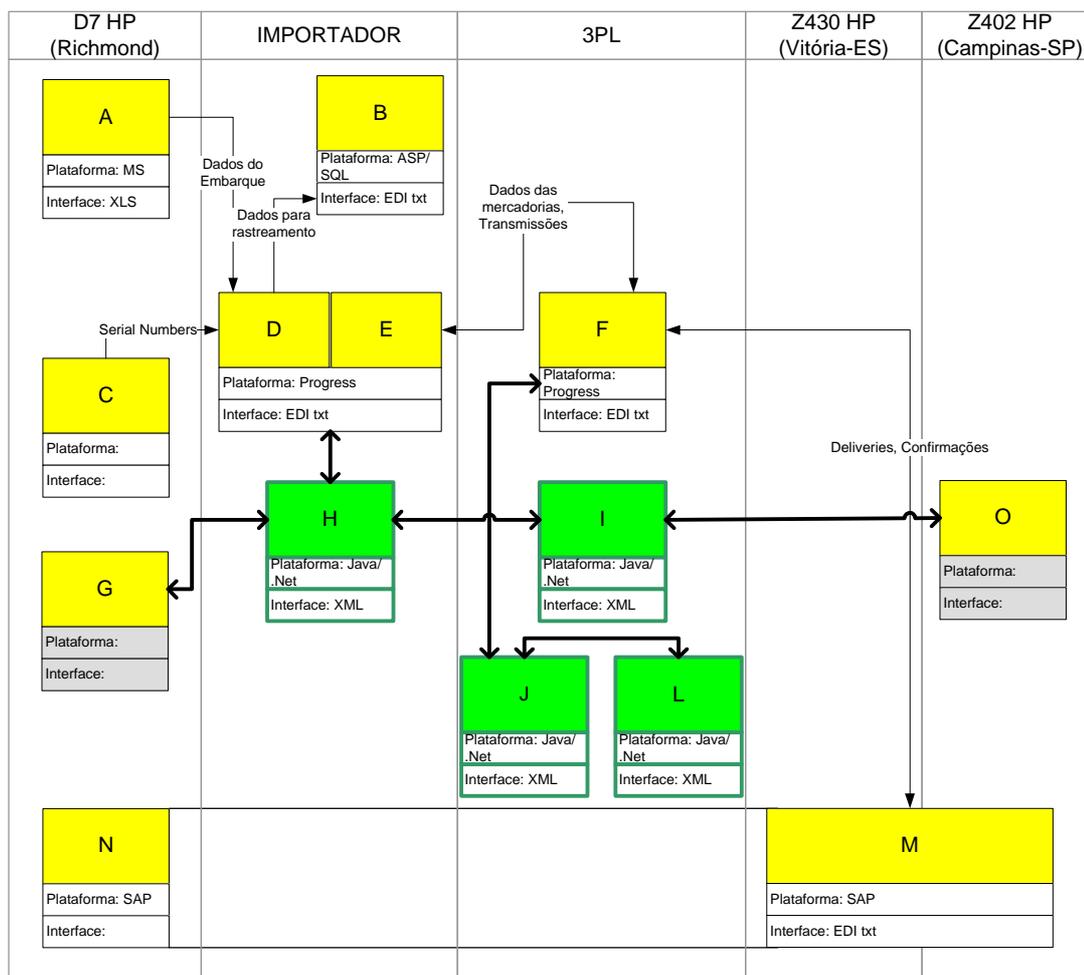


Figura 62 - Nova arquitetura de integração de sistemas

5.4.6.5 Nova Configuração de Ambiente Operacional

O ambiente operacional do armazém deverá ser modificado em termos de:

- Espaço físico delimitado para áreas de armazenamento e separação;
- Instalação de equipamentos RFID relacionados aos novos modelos de processo;
- Modificação de procedimentos operacionais ligados aos processos descritos.

5.5 Identificação das medidas de desempenho

A identificação das medidas ou medidas de desempenho de um processo é crucial para o sucesso de qualquer projeto. Neste caso, seleciona-se como medida de desempenho o tempo medido em horas decimais para o processo atual com tempos ainda medidos com a velha tecnologia. No processo novo com a nova tecnologia de RFID, as medidas passaram a ser em segundos.

Em adição a esta medida de desempenho do processo (tempo) escolhida como a principal área a ser melhorada, uma vez que o objetivo é ter uma “Cadeia de Suprimentos na velocidade do pensamento”, infere-se sobre o possível impacto na cadeia como um todo nas seguintes áreas.

- Ajuste entre a demanda e disponibilidade de produto
- Centros de reparos de produtos
- Operação do Centro de Distribuição
- Programa de reciclagem
- Customização de produtos
- Benefícios da aplicação de RFID.

Análise de causa e efeito

Para a saída deste processo que envolve entendimento do negócio, definição de um processo velho e um processo novo com tecnologia RFID, uma plataforma sistêmica para suportar uma operação com um volume grande de dados e a operação e aperfeiçoamento contínuo do processo desenvolvido, optou-se por duas tecnologias para desenvolver a relação de causa-efeito.

Aplicação de FMEA no processo antigo de recebimento, armazenagem e expedição com o objetivo de identificar os pontos críticos do processo levando em consideração os quesitos: Descrição do item, função, modo de falha, causas, efeitos, impacto e inovação. Para efeito de priorização (RPN) utilizam-se os conceitos de severidade da falha, ocorrência da falha e facilidade de detecção e aplica-se a metodologia FMEA. Utilizam-se como medidas de desempenho os quesitos de tempo, custo e acuracidade.

Os itens identificados com as cores verde, foram os itens selecionados para aplicação da tecnologia RFID e por coincidência considerados os itens mais críticos do processo quando aborda-se a medida de desempenho como sendo tempo (medido em horas, minutos e segundos dependendo do caso ao longo da pesquisa) As cores amarelo e azul foram usadas apenas para identificar os grupos de atividades e facilitar o entendimento. Todo este trabalho é mostrado detalhadamente nas Figuras 63 a 71.