

4

Impacto dos Sistemas RFID na cadeia de suprimentos

As tecnologias de informação proporcionaram um novo tratamento na maneira de se fazer negócios, e na forma de se gerenciar vastas quantidades de informações. No entanto, apesar dessa grande contribuição tecnológica, que tornou as operações logísticas muito mais flexíveis e dinâmicas, verificou-se que até pouco tempo atrás, ainda havia um grande distanciamento entre o mundo virtual e o real, ou seja, a falta de um maior grau de interação entre ambos.

Por sua vez, a necessidade de atender a uma demanda mais customizada, assim como de melhor gerenciar operações descentralizadas em complexas redes logísticas, trouxe uma série de desafios na forma de lidar com o vasto fluxo de informações gerenciais. Somado a esses fatores, a busca por meios de transmissão de informações, que propiciassem maior mobilidade aos usuários, conduziu ao desenvolvimento de maiores aplicações em sistemas de identificação baseados na transmissão por rádio-frequência. Dentre essas, uma particularmente têm conquistado merecido destaque no mercado brasileiro: o RFID (*Radio-Frequency Identification*).

Já se pode verificar na prática, hoje, a grande contribuição proporcionada pela implementação de sistemas RFID na rede logística. Além de desempenharem atividades de caráter gerencial, tais sistemas têm sido empregados também em atividades de localização de produtos, ou mesmo, parte de seus componentes. Soluções RFID são utilizadas também, com bastante frequência, anexadas a *pallets* ou *containers* plásticos.

Na primeira seção do presente capítulo são descritos, segundo Kärkkäinen & Holmström (2002), os principais problemas encontrados no gerenciamento da cadeia de suprimentos, bem como uma possível solução baseado no emprego do chamado “Gerenciamento a Nível de Ítem”.

Na seção 4.2 a tecnologia RFID é apresentada, ainda segundo o mesmo autor, como solução mais promissora a ser empregada nas várias etapas que compõem tal gerenciamento.

Ainda na mesma seção são apresentados definições gerais, componentes básicos, e princípios de funcionamento dessa poderosa tecnologia de transmissão sem fio.

Na seção 4.3 são expostos os amplos benefícios proporcionados pelos sistemas RFID no gerenciamento da cadeia de suprimentos, sob três perspectivas: manufatura; inventário e distribuição; atacadistas, varejistas, e pós venda. Diante da intensa preocupação mundial com questões de preservação ambiental, na seção 4.3.1 é apresentada uma proposta de gerenciamento de descarte de material, por intermédio do RFID. Na seção 4.3.2 são listadas algumas aplicações da tecnologia RFID no gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Por fim, na seção 4.4 são apresentados alguns obstáculos que limitam a efetiva implementação do RFID.

4.1. Principais agravantes no *Supply Chain Management*

Desde o momento em que nasce o pedido do cliente, uma série de fatores precisa ser considerada, e combinada, da melhor forma possível, de forma que seja possível dispor dos produtos ou serviços no tempo certo, no local exato, envolvendo para tanto, o menor custo de operação (Bowersox, 2001).

Conciliar tais fatores da melhor forma possível, sem prejudicar a qualidade de operação e atendimento na prestação do serviço, não consiste numa tarefa simples, sendo portanto, um dos maiores motivos de preocupação em atividades de gerenciamento logístico.

Os principais fatores impactantes no gerenciamento da cadeia logística, dizem respeito a três aspectos, descritos a seguir:

- Velocidade na transação de materiais:

O nível de eficiência e velocidade, envolvidos no tratamento do fluxo de materiais, através de complexas redes logísticas, corresponde a um primeiro desafio a ser superado no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Entregas são solicitadas em diferentes localidades a todo instante. Uma vez que essas são feitas diretamente na casa do cliente, há necessidade de aprimorar toda infra-estrutura envolvida nos canais de distribuição. O mercado eletrônico por sua vez, têm agravado ainda mais esse problema, na medida em que consiste num meio mais prático e rápido de os clientes fazerem seus pedidos. Com a prática progressiva do comércio eletrônico, aumentou o grau de concorrência entre as empresas, na tentativa de oferecer ao consumidor um produto/ serviço no menor prazo, e com os menores custos.

- Necessidade de Customização:

Os clientes estão demandando mais produtos que atendam a necessidades específicas. A produção antes realizada em lotes, envolvendo pouca variedade, precisou ser reestruturada, e atendida de forma personalizada, de forma a contemplar o elevado grau de customização desejado.

- Troca de informações entre organizações

Quando as informações fluem dentro de uma mesma empresa, o trabalho de coordenação de diferentes fluxos de materiais/ informação pode ser realizado por intermédio da adoção de determinados sistemas de informações. Dessa forma, é possível que diferentes departamentos executem tarefas, de forma sincronizada. Já quando as informações precisam trafegar por diferentes empresas, as quais operam com sistemas de informações específicos, muitas vezes incompatível entre si, verifica-se uma certa discrepância na transmissão de dados entre elas.

Tais problemas podem ser solucionados através do emprego do chamado “gerenciamento do produto à nível de item”. Os processos envolvidos nesse tipo de gerenciamento são ilustrados na figura 8, e detalhados a seguir:

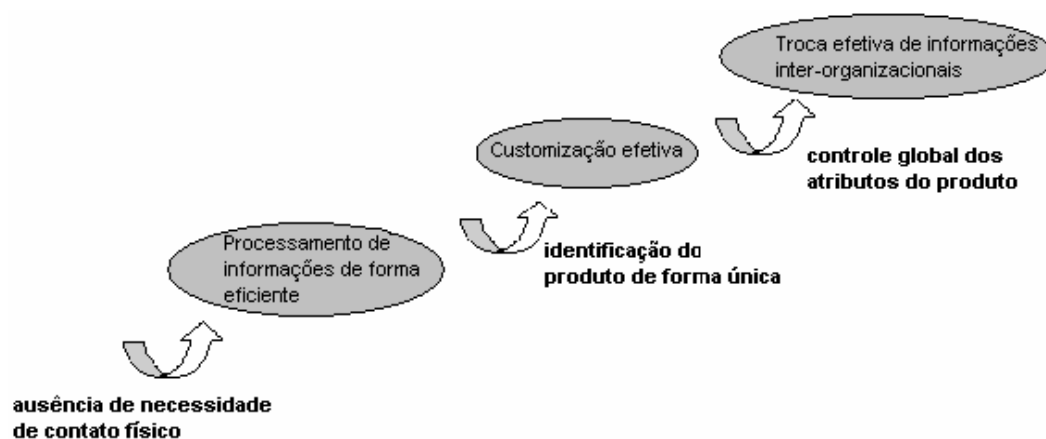


Figura 8: Gerenciamento a nível de ítem
Fonte: Adaptado de Kärkkäinen & Holmström(2002)

O processamento de informações de forma eficiente aparece na figura 8, logo num primeiro nível, representando a base do gerenciamento da cadeia. A capacidade de se interagir com o produto, identificando-o, sem a necessidade de contato físico com o mesmo, conduz a esse primeiro estágio.

O próximo passo consiste na identificação automática do produto, num sistema de informação, de forma única e exclusiva, por meio da qual é possível

atingir o nível de customização desejado. Dessa forma, é possível realizar um controle individualizado de itens, por todas as partes envolvidas na cadeia de suprimentos.

O último nível a ser alcançado nesse processo de gerenciamento é a troca eficiente de informações entre os vários membros da cadeia logística, possibilitando uma interação mais dinâmica entre eles.

4.2. Soluções RFID

Nas várias etapas que compõem o “gerenciamento a nível de item”, analisadas na seção anterior, as tecnologias sem fio de identificação do produto, são propostas como a solução mais adequada de forma a satisfazer as necessidades de ausência de contato físico, identificação do produto de forma única, e controle global de atributos. Dentre as mais comuns tecnologias de acesso sem fio disponíveis no mercado com essa finalidade, destacam-se os sistemas de transmissão e acesso por rádio-frequência, que empregam as etiquetas eletrônicas ou *RFID-tag*.

O Sistema RFID oferece a capacidade de identificar um produto por transmissão de ondas de rádio, sem a necessidade de manuseio manual, o que torna o fluxo de informações algo mais dinâmico. Tal prática tem se tornado, ainda segundo o mesmo autor, a base de novas soluções no gerenciamento da cadeia logística.

Podendo ser dispostas diretamente no produto final, ou em partes de seus componentes, as etiquetas eletrônicas permitem que estes sejam localizados, dentro de determinada área de abrangência geográfica, assim, por exemplo, numa determinada etapa da linha produtiva de uma indústria.

Ao realizar a atualização de informações em tempo real, numa base única de dados, a ser acessada de qualquer terminal do sistema, a tecnologia RFID possibilita que todo o fluxo de materiais envolvido, seja no inventário, ou na linha de produção, possa ser quantificado, de forma a corresponder à realidade. Novas necessidades de material podem ser supridas dessa forma, sempre que solicitadas.

Por meio do RFID-tag, pode-se também atribuir um tratamento específico a cada produto, ao longo da linha de montagem, tal como o fluxo de operações a ser seguido, o estabelecimento de novas rotas para deslocamento do produto.

A troca de informações entre as várias entidades que compõem a cadeia de suprimentos pode ser efetivamente implementada, ao se inserir nas etiquetas eletrônicas de cada produto, informações de controle de atributos, a serem disponibilizadas de forma global.

A tecnologia RFID destaca-se entre outros fatores, por proporcionar:

- Simplificação dos processos de negócio;
- Melhoria nas operações de gerenciamento e controle;
- Atualização das informações em tempo real, de forma mais rápida e eficiente do que as transações manuais;
- Possibilidade de leitura de muitos *tags* de forma simultânea;
- Código único para cada produto ou peça;
- Possibilidade de um mesmo item ser submetido a operações de leitura e escrita várias vezes (cerca de 300.000 vezes, segundo Jong apud Kärkkäinen, 2002), sem desgaste, ao operar em condições adequadas de uso;
- Alta capacidade de memória.

4.2.1. Definições Gerais

O RFID é um sistema eletrônico bastante eficaz, capaz de executar operações de controle, rastreo e detecção de uma grande quantidade de itens. Seu componente-chave consiste em etiquetas eletrônicas especiais, que são alimentadas com informações pré-programadas, e fixadas numa entidade a ser rastreada, seja ela objeto, pessoal ou animal.

Consideráveis economias de tempo, assim como redução de estoque e custos são proporcionados pelo emprego efetivo desse sistema.

Segundo Gragg (2003), as primeiras aplicações da tecnologia RFID ocorreram durante a II Guerra Mundial, quando a tecnologia de transmissão por rádio-frequência foi utilizada para identificar a aproximação de aviões de espionagem. A partir de então, tal tecnologia evoluiu, e passou a abranger a partir da década de 80, atividades de rastreamento e controle de acesso. Nessa última década, o RFID vêm adquirindo cada vez mais presença no mercado, diante de sua gama de operações.

Cada etiqueta, a ser disposta na entidade a ser rastreada, apresenta uma identificação única, por meio da qual, a entidade é reconhecida, e a informação a seu respeito lida e modificada, quando o caso.

O código de cada produto é conhecido como EPC (*Electronic Product Code*), e é constituído por 96 bits, agrupados em quatro seções distintas, conforme ilustrado na figura 9:

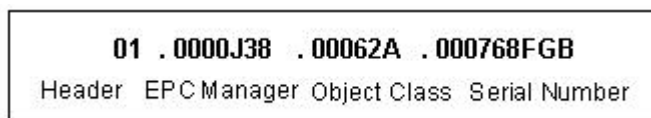


Figura 9: Código eletrônico do produto
Fonte: Adaptado de Gragg (2003)

Os dois primeiros dígitos formam o *Header*, e especificam o comprimento da mensagem. A segunda seção (*EPC Manager*) oferece informações relativas ao processo de manufatura ou venda do produto. A próxima seção (*Object Class*) indica o tipo exato de produto. A última seção (*Serial Number*), por sua vez, especifica um número único para cada produto (Gragg, 2003).

O sistema RFID é constituído por três componentes básicos, ilustrados na figura 10:



Figura 10: componentes do RFID

Tais componentes são detalhados a seguir:

- **RFID-Tag:** Consiste num componente eletrônico, mais precisamente, num transceptor ultrafino, que pode ser laminado em etiquetas de papel ou de plástico. A etiqueta ou *tag*, é semelhante aos rótulos de código de barras dispostos em produtos de supermercado, consistindo, entretanto, num sistema mais inteligente. Apresentam uma infinidade de formatos e tamanhos, de forma a atender a muitas aplicações.

Os RFID-tags podem ser classificados em duas categorias, de acordo com a fonte de alimentação que recebem: ativos e passivos. Os primeiros necessitam de uma bateria interna para funcionamento, possuindo uma vida útil limitada em

torno de 10 anos. Já os passivos, não dependem da alimentação de baterias, mas sim da geração de ondas eletromagnéticas pela antena. Podem ser disponibilizados nos modos leitura / escrita ou somente leitura.

As modalidades passivas são menores e mais baratas que os ativos, além de apresentarem teoricamente um tempo de vida ilimitado. No entanto, são operantes em distâncias mais curtas, e necessitam de um leitor de maior potência, para que ocorra a transmissão da informação.

Dependendo de condições de temperatura e pressão, a que ficam submetidos os produtos, podem ser adotadas etiquetas de material especial, de forma a resistir bem a todas as variações ambientais. Pelos mesmos motivos, há diferentes maneiras de se aderir as etiquetas eletrônicas aos produtos, podendo ser feita por cola especial, ou mesmo pregado ao produto.

Devido a problemas de eventuais interferências, as etiquetas eletrônicas devem ser lidas através de materiais não-metálicos.

A possibilidade de leitura e escrita do RFID-tag permite que informações sobre o produto em processamento sejam trocadas, sempre que necessário. Além do mais, um grande número de *tags* podem ser lidos de forma simultânea, economizando dessa forma uma grande porcentagem de tempo em atividades operacionais. De acordo com Jones apud Kärkkäinen (2002), cerca de 60 *tags* podem ser lidos ao mesmo tempo.

Esse último aspecto, somado à ausência da necessidade de alinhamento de leitura entre leitor e *tag*, fazem com que os RFID-tags se sobressaiam em relação aos convencionais códigos de barra.

- **Leitor:** É responsável pela recepção e decodificação dos sinais emitidos pelo RFID-tag, assim como pela sua disponibilização para o sistema do usuário.

Dependendo da aplicação, pode-se optar pela adoção de leitores estacionários ou portáteis. Os leitores estacionários são os que estão presentes, por exemplo, no controle de entrada e saída de veículos, em estacionamentos. Podem ser encontrados também fixados a prateleiras de supermercados, de forma a indicar a localização correta do local, onde o produto deve ser repostado. Já os leitores portáteis são, por exemplo, os leitores de mão, a serem manuseados pelos funcionários.

- **Antena:** Através da emissão de um sinal de rádio-freqüência, os RFID-Tags são ativados, podendo ser lidos por leitores situados nas proximidades. As

antenas são responsáveis pela geração do campo magnético necessário para que haja a troca de informações entre a etiqueta e o leitor.

Assim como as etiquetas eletrônicas, as antenas encontram-se disponíveis em diversos formatos e tamanhos, a serem escolhidas de acordo com a aplicação.

Para que ocorra a troca de informações entre o leitor e a etiqueta eletrônica, é necessário que o tag se encontre no campo de cobertura gerado pela antena do leitor.

Com o emprego de etiquetas RFID, leitores ópticos e um sistema de interface, todos operantes em condições adequadas de uso, a rede de rádio-freqüência realiza a transmissão de informações fiéis, em tempo real.

De acordo com Gragg (2003), o sistema RFID trabalha da seguinte forma: quando a etiqueta eletrônica passa pela zona eletromagnética gerada pela antena do leitor, esta envia ondas de rádio, operante numa determinada freqüência. Tais ondas são dispersas pela antena em vários sentidos, abrangendo uma área de cobertura que varia desde polegadas até alguns metros, dependendo da potência de saída, assim como da freqüência de rádio utilizada. O campo magnético gerado é percebido pela antena da etiqueta eletrônica, a qual está sintonizada na mesma freqüência. Desta forma, as informações são transmitidas.

Os dados recebidos pelo leitor são decodificados e enviados para um computador, onde serão processados. A disponibilização das informações para leitura do usuário pode ser feita das seguintes formas: as informações podem ser emitidas diretamente para um computador de interface padrão, ou armazenadas temporariamente num leitor portátil com memória, e mais tarde, descarregados num computador para processamento.

4.3. Influência do RFID no *Supply Chain Management*

A tecnologia RFID já vem sendo, de fato, empregada por muitas empresas, promovendo verdadeiras mudanças na sua forma de fazer negócios. Possibilitam dessa forma um melhor gerenciamento dos fluxos de informações e materiais, ao longo da cadeia de suprimentos. As consequências imediatas são a melhoria nos níveis de serviço, assim como redução nos custos de distribuição.

Kärkkäinen & Holmström (2002) identifica uma série de benefícios proporcionados pela implementação do RFID, em empresas atuantes em diferentes estágios da cadeia de suprimentos. Esses benefícios são analisados a seguir, sob três perspectivas:

- **Manufatura**

Os sistemas RFID possibilitam que a recepção de materiais seja feita de forma automática, e integrada com um sistema de planejamento de produção. Dessa forma, as empresas podem ser notificadas em tempo real, sobre o exato momento em que uma entrega de pedido foi efetuada, e assim dar continuidade às demais operações envolvidas na linha de montagem de determinado produto. Algumas empresas montadoras de veículos utilizam métodos *kanban* de reposição de unidades de estoque, baseados na tecnologia RFID. Por meio destes, pode-se obter um processo de reabastecimento da matéria-prima, sempre que solicitada na linha de montagem, de forma muito mais ágil e flexível. Os custos nos quais se incorre, quando se dá a interrupção do processo produtivo, diante da ausência de determinado componente, são dessa forma, eliminados.

Stephen (2004) ressalta como benefício da tecnologia RFID, na manufatura, o suporte que é dado às atividades de controle de qualidade. Controle este que envolve, além do gerenciamento de todas as atividades realizadas na linha de montagem, a checagem automática dos produtos que chegam aos centros de distribuição. A checagem automática de produtos, combinada com a operação de sistemas WMS (*Warehouse Management System*), possibilitam verificar as condições em que os produtos se encontram. A presença de itens defeituosos é dessa forma, imediatamente sinalizada, e submetida a reparo. A tomada de medidas preventivas reduz, drasticamente, os

altos custos presentes, quando o reparo do erro só é feito sob o produto acabado.

- **Inventário e Distribuição**

Apesar do uso dos códigos de barra ser mais comum neste segmento da cadeia, tal tecnologia não tem se mostrado como a solução mais adequada, no tratamento de múltiplos fluxos de materiais, uma vez que exige todo um processamento manual. A leitura óptica, conforme já visto, envolve a necessidade de alinhamento de leitura, tornando as aplicações logísticas menos flexíveis. Além do mais, os códigos de barra ocasionalmente são cobertos por poeira, ou outros tipos de poluentes, os quais podem prejudicar o processo de leitura do código. O sistema RFID por sua vez, realiza o registro automático de todas as transações numa base de dados centralizada, reduzindo a necessidade de tratamento manual das mercadorias. O fluxo de informações fica dessa forma, sujeito a menos problemas de conflitos de informações, já que a base de dados mencionada é única.

Todas as movimentações de mercadorias nos centros de distribuição, sejam elas, operações de reabastecimento, retirada, ou devolução do produto, podem ser registradas com o auxílio da tecnologia RFID, de forma mais precisa (Stephen, 2004).

Os benefícios proporcionados pela solução RFID no controle de estoques são inúmeros. Cada produto, identificado por uma etiqueta exclusiva, pode ser armazenado e identificado pela matriz, em qualquer uma das filiais em que se encontre. No processo de distribuição, a troca de informações envolvendo as etiquetas eletrônicas, possibilita que as mesmas sejam localizadas, e redirecionadas a novas rotas, sempre que necessário.

Alguns aeroportos têm adotado o uso de etiquetas eletrônicas, anexadas às bagagens dos passageiros. Dessa forma, a operação de checagem, assim como de redirecionamento de bagagem (no caso de alteração de voo do passageiro), ocorre de forma muito mais dinâmica, sem gerar tempo de espera para o cliente.

- **Atacadistas / Varejistas / Pós-Venda**

As principais vantagens da adoção da tecnologia RFID neste setor, diz respeito à eliminação dos custos de *check-out*, rapidez na saída de produtos nos caixas, precisão na contagem de unidades de estoque, e redução dos problemas ocasionados por estoques.

A troca de informações *wireless* entre um supermercado e seu centro de distribuição, possibilita além da recepção automática dos bens, a disposição de informações atualizadas da necessidade de demanda nos pontos de venda. Assim, a reposição de itens pode ser acionada automaticamente, de forma a nunca deixar faltar a presença de um determinado produto, nas estantes de supermercados. Nesse caso, as prateleiras precisam ser equipadas com leitores fixos, que funcionarão como os “olhos eletrônicos” do fornecedor. Leitores de mão também são comumente empregados no processo de contagem de inventário.

Nos serviços de pós-venda, o RFID possibilita a realização de operações de gerenciamento, e manutenção técnica de forma mais efetiva. Alguns dados especiais do item, relativos ao processo produtivo, inspeção e operações de manutenção podem ser armazenados nos tags. Esses dados podem ser acessados e modificados (no caso da modalidade de memória de leitura/escrita), por funcionários, munidos de leitores de RF.

Outro aplicativo do RFID no segmento de pós-venda, é no tratamento atribuído ao produto, em casos de devolução de mesmo, para reparo. Quando o usuário compra uma mercadoria, as informações de caráter transacional (tais como, dia/ hora da compra, prazos de validade, nome do vendedor e forma de pagamento), assim como dados específicos do cliente e do produto, podem ser armazenadas em seus tags. Dessa forma, a mercadoria, assim como seu histórico, podem ser identificados de forma imediata, assim que o cliente entra na loja. A partir da análise desses dados, o vendedor pode decidir pela forma mais adequada de retrabalho do mesmo, quando o caso.

4.3.1 Gerenciamento de descarte do produto

Diante da forte preocupação com questões ecológicas, verificadas, sobretudo, na fase de integração estratégica (conforme já exposto no capítulo 2, na seção 2.1.4), já tem se pensado na adoção do RFID sob o enfoque ambiental.

Thomas & Saar (2003) propõe a adoção das etiquetas eletrônicas, no gerenciamento de operações envolvidas no fim do ciclo de vida do produto. Por meio dessas, pode-se obter um considerável aumento no grau de eficiência de empresas especializadas em atividades de reciclagem e reuso. Ao dispor as etiquetas eletrônicas em cada produto, pode-se definir o processamento mais adequado a ser atribuído a cada um deles, no fim de seu ciclo de vida. Assim por exemplo, os tags fixados a baterias, podem reduzir os custos, além de tornar

mais eficientes, os processos de separação das mesmas para reciclagem. Os *tags* fixados a equipamentos eletrônicos, podem estabelecer um *link* a Websites, onde poderão ser vistas técnicas específicas para desmontar cada produto. Já os *tags* presentes em produtos químicos de risco, podem identificar seus principais componentes, assim como indicar o melhor tratamento a ser atribuído a cada um deles.

Ainda segundo o mesmo autor, o RFID também é capaz de proporcionar um efetivo gerenciamento de perdas. Assim que um determinado produto é descartado, leitores ópticos posicionados no ambiente de descarte podem ler as etiquetas, e acionar de forma imediata, as operações de reciclagem a serem realizadas. Para tanto é necessário que os *tags* sejam perfeitamente legíveis, tanto no ponto de venda do produto, como nas entidades envolvidas em operações de reciclagem.

Tal fato pode ser um problema, diante da ampla variedade de *tags* disponíveis no mercado, muita vezes incompatíveis entre si. Dessa forma, antes de se realizar investimentos nesse ramo de atuação, seria necessário prover uma padronização de toda cadeia logística, pela qual transita os produtos que dispõem da tecnologia de rádio-frequência.

4.3.2. Exemplos de aplicações do RFID

4.3.2.1 Gerenciamento de peças na linha de montagem

A fábrica da Volkswagen em São José dos Pinhais, no Paraná, têm usufruído dos amplos benefícios proporcionados pelo uso combinado do RFID, com um poderoso sistema de informação de fabricação, na linha de montagem de carros.

Segundo Nogueira (2003), a grande inovação proporcionada pela adoção dessa sofisticada solução tecnológica, no gerenciamento da cadeia de suprimentos, é refletida diretamente no quadro de vendas da empresa.

Todos os processos operacionais realizados pela Volkswagen, desde os pedidos nas concessionárias, até a fase de testes de controle de qualidade dos veículos efetivamente montados, são registrados e controlados pelo Sistema de Informações de Fabricação (FIS). Por meio de tal software é possível ordenar a sequência de carros a ser produzida, de forma a otimizar a utilização de tempo e recursos disponíveis, bem como monitorar todo o processo produtivo.

A maior parte dos fornecedores da Volkswagen, situa-se dentro do próprio parque industrial, possibilitando a realização de operações *just-in-time*. A fabricação de peças de acordo com planejamentos de produção, definidos pelo FIS, elimina a geração de estoques.

Na figura 12 são apresentados os principais processos envolvidos na linha de montagem de veículos da Volkswagen, seguidas de uma breve descrição, segundo Nogueira (2003):

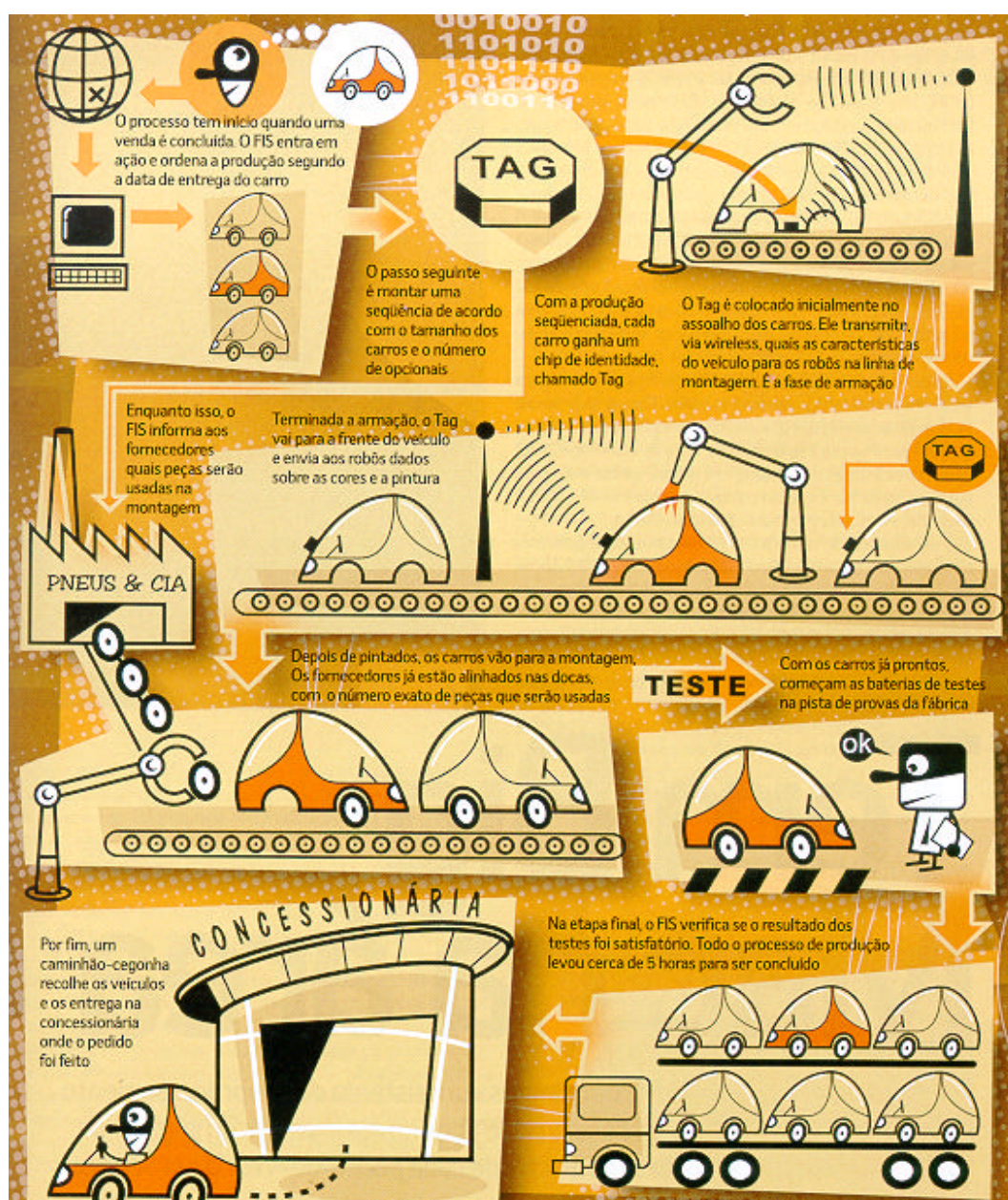


Figura 11: RFID na Volkswagen
Fonte: Adaptado de Nogueira (2003)

- 1) Assim que a venda de um determinado veículo é efetuada, essa informação é repassada a um servidor da Volkswagen. A partir de então, o FIS define a sequência de produção dos veículos, tomando como parâmetros, dentre outros fatores, os prazos de entrega, tamanho, quantidade e grau de complexidade envolvida. Ao se intercalar os diferentes modelos de veículos, na linha produtiva, evita-se a ociosidade de tempo, na etapa de inclusão de acessórios.
- 2) Cada automóvel recebe então, uma RFID-tag, contendo informações específicas, tais como, o modelo a ser produzido, acabamento externo e número de portas. Essa etiqueta eletrônica troca informações de rádio-frequência com leitores dispostos em pontos estratégicos, ao longo da linha de montagem. Dessa forma é realizada, de fato, a primeira etapa de fabricação do veículo, que consiste no processo de armação, a ser executada por robôs.
- 3) Numa segunda etapa, um novo tag, contendo informações sobre os acessórios internos, é anexado ao pára-brisas da carroceria. Os carros passam então por um processo de pintura, seguido da incorporação de acessórios finais. Em todos esses processos, uma série de sequências de etapas definidas pelo FIS, são seguidas automaticamente. Por meio dessas, pretende-se otimizar a utilização de tintas, tempo de espera de secagem dos veículos, assim como revezar a fabricação de modelos de maior complexidade com modelos mais simples.
- 4) Finalizada a montagem, são realizados os testes de qualidade, de forma a verificar se todos os componentes estão em conformidade.
- 5) Após um período de 5 horas, os carros são transportados para as concessionárias, para distribuição.

O RFID proporciona uma grande agilidade, maior eficiência, assim como minimiza a ocorrência de eventuais erros humanos na linha produtiva da Volkswagen.

Nogueira (2003) acredita que sem a adoção de tal tecnologia, aliada ao emprego do FIS, não seria possível realizar a produção diária de 450 carros, conforme se verifica nos dias atuais. Tantos benefícios, no entanto, requerem elevados investimentos. Para usufruir destes, a Volkswagen precisou investir cerca de 3,1 bilhões de reais, em 2002.

4.3.2.2 Gerenciamento de *containers*

Em operações que envolvem o transporte de produtos frágeis e perecíveis, tais como frutas e legumes frescos, o emprego de *containers* reusáveis têm se mostrado uma solução bastante econômica e promissora, além de satisfazer razões de natureza ambiental.

Por meio de *containers* plásticos, os alimentos extraídos diretamente de atividades agrícolas, são armazenados, transportados em caminhões de entrega, e dispostos para exposição e venda, nos centros de distribuição. Todas essas atividades não envolvem o contato manual, fato este que além de consistir num meio mais higiênico, permite que os alimentos sejam conservados por mais tempo. Assim que os *containers* ficam vazios, eles são recolhidos para lavagem, e disponibilizados novamente para reuso.

A grande vantagem da adoção de *containers* reusáveis consiste na possibilidade de eles poderem ser utilizados em muito ciclos, gerando dessa forma, uma economia de custos significativa. Alguns *containers* são empregados em média por 15 ou mais ciclos, no decorrer de um período que varia de 5 a 20 anos, segundo informações dispostas no *site* da Intermec.

A grande inovação adotada recentemente por muitas empresas especializadas em processos de distribuição, sobretudo as que envolvem grande fluxo de mercadorias, foi o emprego de etiquetas RFID, anexadas diretamente ao container (ao invés de individualmente a cada produto).

O RFID-tag desempenha um importante papel no gerenciamento da distribuição de mercadorias, ao oferecer uma ampla visibilidade da distribuição de *containers*. Cada um destes, identificado por uma etiqueta exclusiva, realiza o transporte de determinada quantidade de produtos de uma mesma espécie. Dessa forma, ganha-se economia de material (uma vez que menos etiquetas eletrônicas tornam-se necessárias), assim como uma maior eficiência operacional e administrativa. Conseqüentemente, os custos associados são reduzidos.

Por meio do emprego de tal tecnologia pode-se evitar eventuais perdas e trocas de containers, reduzir a ineficiência na distribuição do inventário, e eliminar a imprecisão de dados relativos a rotas de tráfego.

Os tags de cada container são “alimentados” com informações de deslocamento, tais como a posição da prateleira, a qual os produtos devem ser destinados para reposição. No caso de cancelamento de pedido, o container é reendereçado de forma automática para o local de onde foi adquirido.

A *Intermec Technologies* provê uma grande variedade de tags, sendo alguns deles específicos para aplicação em *containers* reusáveis. Em cada uma dessas etiquetas, há um campo especial a ser preenchido com a quantidade de itens que o container transporta. Os tags podem ser lidos a uma distância que varia de 3 a 5 metros, em grupos de 100 ou mais. Também é possível controlar por eles, informações sobre o histórico de limpeza de cada container, assim como alguns dados especiais, como a temperatura de lavagem, e elementos químicos utilizados.

4.4 Obstáculos na implementação do RFID

Apesar de todos os amplos benefícios tecnológicos proporcionados pela tecnologia RFID, sua efetiva implementação depende de uma infinidade de fatores, das mais diversas naturezas. A seguir serão relacionados os principais:

4.4.1. Custos

Dentre os fatores de ordem econômica, os custos das etiquetas eletrônicas talvez consista num dos mais importantes. Muitas empresas apresentam ainda uma forte relutância em executar altos investimentos na tecnologia de acesso sem fio. A solução completa para efetiva implementação da rede RFID exige o investimento de certa margem de capital inicial em equipamentos de acesso, leitura, como também em toda infra-estrutura necessária para operação da rede.

No entanto, assim como ocorre freqüentemente, à medida que uma inovação passa a adquirir maior grau de popularização, seu preço tende a se tornar mais viável aos olhos do consumidor.

O custo exato da solução completa de acesso por rádio-freqüência depende muito da situação de cada empresa, da natureza do negócio, assim como das necessidades. De acordo com Prado (2004), o custo unitário da etiqueta eletrônica está em torno de US\$ 0,20.

4.4.2. Cultura Organizacional

Um segundo fator é a predominância de uma cultura organizacional conservadora, observada por parte da maioria das empresas, a qual não é muito susceptível a mudanças. A introdução de uma tecnologia que ainda de certa forma é nova, causa um certo grau de desconforto, uma vez que seus resultados são ainda incertos.

A tecnologia RFID por si só, não é capaz de produzir efeitos promissores. Torna-se necessário, de fato, para a sua bem sucedida implantação, a adoção não só da tecnologia RFID, como da cultura RFID, ou seja, a mudança no comportamento dos usuários do sistema sem fio, de forma que todos possam usufruir de forma conjunta dos benefícios do sistema.

4.4.3. Compatibilidade

Por muitos anos, muitas empresas se especializaram no desenvolvimento de produtos e soluções “fechadas”, geralmente não compatíveis com componentes fabricados por empresas concorrentes. Essa era uma forma um tanto drástica, de fazer com que os clientes permanecessem fiéis a uma empresa específica por um longo período.

Nos dias atuais, essa realidade tornou-se praticamente inviável. Na medida em que a cadeia de suprimentos cresceu além dos limites organizacionais, cada empresa envolvida na cadeia precisou estabelecer acordos de comunicação com agentes terceirizados. Dessa forma, o fluxo de informações no relacionamento não só intra como inter-empresarial, passou a ser realizado de forma mais eficaz e transparente. O trabalho em parceria favoreceu não só os desenvolvedores de produtos e soluções, como também os próprios clientes, uma vez que esses já podiam realizar a compra de um produto, já sabendo de antemão, que não teriam eventuais problemas de compatibilização e interface com outros sistemas.

Um grande número de empresas operantes no desenvolvimento de soluções por rádio-frequência, perceberam dessa forma, as inúmeras vantagens oferecidas pelo trabalho em parceria com empresas desenvolvedoras de *hardware*, de forma a reduzir assim os custos com etiquetas e leitores, por exemplo.

Tal trabalho em parceria, aliado aos avanços da tecnologia possibilita a algumas empresas proporcionar uma redução de custo unitário da etiqueta RFID.

4.4.4. Confiabilidade

Uma das características da transmissão por rádio-frequência, conforme já visto no capítulo 2, é a propagação das ondas de frequência de forma multidirecional. Tal forma de propagação, atribui à tecnologia RFID, um certo caráter de insegurança na transmissão das informações, uma vez que essas podem ser interceptadas por qualquer usuário, munido de tecnologia propícia para coleta de dados transmitidos em dada frequência, que esteja situado nas proximidades da fonte. Essa é uma característica bem típica de tags ativos, os quais enviam constantemente sinais, contendo informações dos objetos. No entanto, a adoção de sistemas de criptografia de informações, apesar de não consistir num meio 100% seguro, já oferece uma certa dificuldade de decodificação aos “invasores do sistema” (Gragg, 2003).

4.4.5. Privacidade

Os chips hoje disponíveis no mercado têm diferentes diâmetros, podendo assumir inclusive a forma de um minúsculo grão de areia. Tal tecnologia pode passar praticamente despercebida, ao ser anexada a uma peça de roupa, por exemplo. No entanto, a idéia de sair de uma loja com um produto, que pode estar sendo monitorado, no caminho de volta do consumidor para casa, pode gerar a difusão de um sentimento de desconfiança em largas proporções.

Por melhores que sejam as intenções do vendedor da tecnologia, ao proporcionar uma forma de melhor estudar os padrões de consumo dos clientes, em suas residências, a questão da invasão de privacidade, já vêm sendo cuidadosamente analisada.

Segundo Rutner & Waller (2004), nos EUA, as agências governamentais são expressamente proibidas de utilizarem qualquer fonte tecnológica, que não seja considerada “de uso público comum”, na exploração de detalhes da vida privada. Outras companhias particulares, no entanto, não sujeitas a esse tipo de restrição, já vêm desenvolvendo algumas aplicações neste sentido. Diante do poder de penetração da cultura RFID na vida moderna, muito em breve tal tecnologia passará a ser considerada “de uso público comum”, abolindo qualquer tipo de restrição.