

### 3 RFID como Tecnologia de Identificação

Este capítulo faz um breve resumo do histórico da utilização do RFID e descreve a tecnologia (componentes de funcionamento da transmissão de dados, classificação dos *tags* e suas características e a leitura da etiqueta). Faz-se um comparativo entre as vantagens e desvantagens de sua utilização, e ainda entre a tecnologia comparável ao RFID, o código de barras. Passa-se para a parte de aplicação da tecnologia, explica a influência da tecnologia RFID na cadeia de suprimentos e dá exemplos da tecnologia na logística. Após isso, são identificados os desafios e barreiras à implementação da tecnologia e o cenário de futuro para a mesma.

#### 3.1. Histórico do Uso do RFID

O RFID não é uma nova tecnologia. A sua origem está no sistema de radares utilizados na Segunda Guerra Mundial. Os pioneiros na utilização da tecnologia foram os britânicos (comandados por Watson Watt), que para identificar no espaço aéreo os seus inimigos dos próprios aviões adotaram como opção, um sistema por meio de um *transponder* ou etiqueta eletrônica (Haver, 2006). O primeiro identificador ativo de amigo ou inimigo chamava-se IFF (“*Identifications Friend or Foe*”) que emitia um sinal dos aviões onde tivessem sido instalados como forma de aviso se eram amigáveis ou não. Todos os aviões britânicos foram equipados com este transmissor que recebiam sinais das estações de sinais do solo emitindo então respostas. O mesmo acontece com o sistema RFID que envia um sinal a um *transponder*, o qual é ativado e reflete de volta o sinal, sistema passivo ou transmite seu próprio sinal, sistemas ativos (Nogueira, 2005).

Desde então, o sistema RFID vem sendo utilizado. Na década de 60 foram lançadas as primeiras atividades comerciais relacionadas ao RFID. Pesquisas e estudos foram realizados nos Estados Unidos, Europa e Japão com a intenção

de explicar como a energia RF (*Radio Frequency*) poderia ser utilizada para identificar objetos remotamente (Nogueira, 2005).

Na década de 70, houve um grande interesse por parte dos pesquisadores e instituições acadêmicas, incluindo organizações como *Los Alamos Scientific Laboratory* e *Swedish Microwave Institute Foundation*. Muito trabalho foi desenvolvido neste período e algumas aplicações como identificação animal tornou-se comercialmente viável. Além disso, com o desenvolvimento do trabalho e a necessidade de sistemas de controle de segurança foram realizados avanços em laboratórios de investigação e instituições acadêmicas. Um destaque deve ser dado ao pedido feito ao laboratório de *Los Alamos* que deveria desenvolver um sistema para o rastreamento de materiais nucleares.

Já a década de 80 foi de grande importância pela expansão da implementação do sistema RFID. Muitas foram às áreas de interesse: transporte, controle de acessos, identificação animal, aplicações industriais etc. A primeira aplicação aconteceu em 1987 na Noruega na área comercial (Haver, 2006). Na Europa, houve o interesse no controle pecuário, e estradas na Itália, França, Espanha, Portugal e Noruega foram equipados com o sistema RFID (Nogueira, 2005).

Durante a década de 1990 o sistema RFID foi utilizado em larga escala pelos serviços de cobrança automática, além de outras aplicações como, por exemplo, controle de acesso para veículos (Haver, 2006). Aplicações do RFID em pedágios e ferroviárias apareceram em muitos países incluindo Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Hong Kong, Japão, Malásia, México, Nova Zelândia, Coréia do Sul, África do Sul, Cingapura e Tailândia.

No começo desta década foi desenvolvido e patenteado pelos engenheiros da IBM um sistema RFID baseado na tecnologia UHF (*Ultra High Frequency*) que oferece o alcance de leitura maior e transferência de dados mais velozes. Em meados de 1990 a patente foi vendida para a empresa Intermecc que logo depois iniciou um processo de instalação de inúmeras aplicações diferentes, desde armazéns até o cultivo. A tecnologia RFID utilizando UHF só começou a ser aceita de forma melhor quando a *EAN International*, o *Uniform Code Council*, a *Procter & Gamble* e a *Gillette* estabeleceram de forma unida o *Auto-ID Center* no Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

Na mesma época, o sistema RFID tornou-se mais prático com a integração de um sistema *transponder* 0,76 milímetros de espessura, no formato ID-1 (Haver, 2006). Desenvolvimentos continuaram a acontecer com o desenvolvimento da integração do circuito e a redução do tamanho do *tag* do RFID até torná-lo um único circuito integrado.

Atualmente existe um considerável trabalho no sentido do desenvolvimento de padrões e introdução de várias aplicações comerciais. Existem agora 350 patentes registradas com *US Patent Office* relatando aplicações de RFID.

A tabela 4 apresenta um resumo do que foi descrito acima com o histórico do sistema RFID por décadas:

Década	Eventos
1940 - 1950	Utilização de radar, maior parte no esforço do desenvolvimento da Segunda Guerra Mundial.
1950 - 1960	Explorações recentes do sistema RFID na tecnologia e experimentos em laboratório.
1960 - 1970	Começo das aplicações de campo ( <i>field trials</i> ).
1970 - 1980	Explosão do desenvolvimento do RFID. Testes com o sistema RFID aceleraram.
1980 - 1990	Aplicações comerciais do sistema RFID entram em tendência.
1990 - 2000	Emergência dos padrões. RFID largamente implantado. RFID começa a fazer parte do dia-a-dia da vida.

Tabela 1: Histórico do Sistema RFID

Nos últimos anos, a implementação de RFID explodiu. Inúmeras aplicações foram lançadas, e a tecnologia está se tornando parte integrante do cotidiano da vida das pessoas. Um ponto importante é o aspecto de segurança do RFID que também está ganhando lentamente mais atenção (Haver, 2006).

Nos últimos anos o desafio tem sido reduzir o tamanho e o custo do dispositivo, além da possibilidade de se armazenar nele quantidade maior de informações.

### **3.2. A Tecnologia**

A tecnologia RFID é considerada pela indústria e pelo varejo como revolucionária já que tende a mudar completamente a forma como o mundo comercializa e transporta matérias-primas e produtos acabados.

A RFID consiste num sistema como um todo, e não num produto isolado. Esse sistema utiliza espectros eletromagnéticos para transmitir informações sem contato e sem linha de visão (Miller, 2000).

Segundo Drauz & Handel (2006), *Radio Frequency Identification* (RFID) é o termo genérico para as tecnologias que utilizam ondas de rádio para a identificação automática de pessoas e objetos. A tecnologia RFID utiliza ondas de rádios para passar informações de identificação entre um produto etiquetado e um dispositivo de leitura.

Múltiplas etiquetas podem ser lidas simultaneamente sem as restrições de visada sistemas de “scaneamento” de códigos de barras. Os *chips* além de serem capazes de armazenar muito mais informações, podem ser alimentados com novas (Nogueira, 2005).

Figueiredo (2004) afirma que a solução RFID consiste numa tecnologia mais sofisticada e mais cara, sendo capaz de realizar aplicações de forma automática. Nesse sentido, a autora menciona que operações mais ágeis podem ser obtidas desta forma, assim como eliminação de erros que ocorrem eventualmente em processos manuais das informações.

#### **3.2.1. Componentes**

O sistema RFID consiste basicamente nos seguintes componentes:

- Antena: é fixada ao *transceiver* ou leitor. Na alta frequência, é o meio pelo qual ativa a etiqueta de RFID com o objetivo de trocar e enviar informações (processo de leitura ou escrita), estabelecendo comunicação com as etiquetas. Este componente é fabricado em diversos tamanhos e modelos com diferentes configurações e características, cada qual para uma determinada aplicação (Pinheiro apud Nogueira, 2005);
- *Transceiver* com decodificador (ou conversor analógico digital e oscilador): também conhecido como leitor é responsável pelo controle da comunicação de rádio e também pela decodificação das informações transmitidas pelas etiquetas, ou seja, ele recebe os códigos e transforma os sinais disponibilizando para o sistema do usuário (Rosa, 2007);
- *Transponder* (a própria etiqueta inteligente, etiqueta de RFID): é composto por uma bobina (antena de fio, normalmente de cobre), transistor, capacitor, diodo e um micro *chip*. A fim de atender o conceito de identificação automática, a etiqueta é programada com informações exclusivas e são fixadas nos objetos de necessidade de identificação ou de rastreamento, como por exemplo, paletes e caixas (Rosa, 2006). Existem dois tipos de etiquetas inteligentes que são definidas conforme a aplicação: passivas e ativas, que serão tratadas adiante;
- *Middleware*: faz o papel de interface do leitor que comprime os sinais das diversas etiquetas. Ele forma a interface dos elementos de *software* e *hardware* do RFID (Rosa, 2006);

### 3.2.2. Funcionamento da Transmissão de Dados

Segundo Weinstein apud Rosa (2006), o funcionamento da transmissão de dados ocorre a partir da entrada do objeto com a etiqueta inteligente na área coberta pelo leitor da etiqueta, que emite suas ondas de forma constante. Assim que a etiqueta é identificada, o leitor envia um sinal eletromagnético que é recebido pela antena da etiqueta. A etiqueta então transmite um sinal modulado ao leitor com as informações armazenadas. A comunicação entre o leitor e etiqueta passiva pode acontecer na baixa frequência (inferior a 100mhz) ou na alta frequência (superior a 100mhz). O autor diz que é a partir de um campo

eletromagnético que ocorre o funcionamento da identificação por rádio frequência, conforme figura 5:

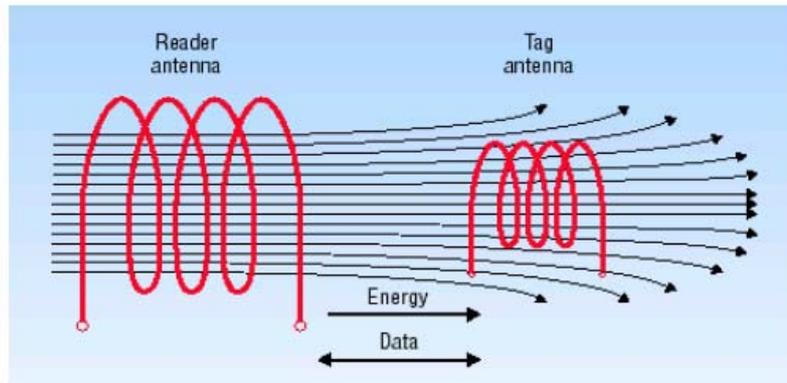


Figura 1: A operação do RFID (Fonte: Roussos apud Rosa, 2006, p.11)

Resumindo, o processo de transferência de dados via RFID segue os seguintes passos:

1. A etiqueta entra no campo, no alcance da radiofrequência;
2. O sinal de radiofrequência energiza a etiqueta;
3. A etiqueta transmite dados, inclusive a sua própria identificação;
4. A leitora captura esses dados e os envia a um computador;
5. O computador determina uma ação (por exemplo, define dados novos sobre status, tempo destino etc.);
6. O computador instrui a leitora;
7. A leitora transmite dados a etiqueta, ao *chip*.

### 3.2.3. Classificação dos *Tags* e suas Características

Uma forma de classificar os “*tags*” ou etiquetas é pela forma como elas adquirem suas capacidades operacionais, ou seja, dependem da sua forma de alimentação, fonte de alimentação, suas características e a capacidade de armazenar informações.

Segundo Nogueira (2005), as etiquetas ativas são alimentadas por uma bateria interna (possui sua própria fonte de energia) e são tipicamente de escrita e leitura (pode ser atribuída uma nova informação a esta etiqueta, ou seja, pode ser reescrita ou modificada). Sua memória vai variar de acordo com a necessidade de aplicação. Sua durabilidade é menor (no máximo dez anos) e vai depender do seu uso e das condições operacionais (como por exemplo, a temperatura e o tipo de bateria). Quando exposta à ambientes frios tem a sua vida útil reduzida. Quando comparada com a etiqueta passiva, a transmissão de dados é bem rápida. Rosa (2006) menciona que a etiqueta ativa pode alcançar até 100 metros, com até 32 *kilobytes* de memória e uma transferência de dados entre 100 e 200 *bytes* por segundo (bps). Abaixo segue a figura 6 exemplificando etiqueta ativa:



Figura 2: Exemplo de *tag* ativo (Fonte: RFID Journal Live, 2008)

A outra forma de fornecer capacidade para os *tags* é através da indução magnética ou elétrica, a energia é gerada por uma antena que emite impulsos e a etiqueta responde, sem ter a necessidade da presença de uma bateria acoplada (Rosa, 2006). Esses *tags* são conhecidos como *tags* passivos. A maior desvantagem deste tipo de *tags* é a sua limitação para a leitura à distância causada pela limitação do alcance (pode ser lida em no máximo 3 metros de distância) e pela resistência dos campos magnéticos e elétricos (Haver, 2006). Apesar disto, os *tags* passivos não precisam de bateria e sendo assim podem ser muito menores e geralmente tem vidas mais extensas (Haver, 2006), com sua vida útil limitada apenas ao seu bom uso. Nogueira (2005) diz que as etiquetas de leitura são usualmente passivas e são programadas com dados (32 a 128 bits) que não podem ser modificados. Além disso, ele afirma que tais sistemas são geralmente utilizados em produtos de grande volume e no EPC (*Electronic Product Code*). Ele ressalta ainda, que há a necessidade da superfície utilizada para se anexar à etiqueta ser não metálica, já que objetos metálicos dificultam o fluxo magnético.

A etiqueta passiva conta com uma memória para dados de até 736 *bytes* e velocidade de leitura de até 8750 *bytes* por segundo (Rosa, 2006).

Segundo Nogueira (2005), as etiquetas passivas do RFID não são capazes de transmitir seus dados em baixas frequências à exceção de quando estão em pequenas distâncias. Já em altas frequências, a distância para a leitura entre as etiquetas ativas e o leitor aumenta, mas é importante destacar que este aumento é limitado pela imposição dos órgãos reguladores e governos. Abaixo segue a figura 7 exemplificando etiqueta passiva:



Figura 3: Exemplo de *tag* passivo (Fonte: RFID Journal Live, 2008)

Resumindo, abaixo segue tabela 5 com comparação das principais características entre os *tags* ativos e passivos:

Função	Ativo	Passivo
Origem da capacidade das etiquetas	Interna a etiqueta (bateria)	Energia transferida do leitor via rádio frequência
Disponibilidade	Sempre, tempo de vida dependente da bateria	-
Custo	Alto	Baixo
Armazenamento de Dados	Grande	De pequeno à médio
Possibilidade de Regravação	Freqüentemente	De vez em quando
Faixa de Comunicação	Longa	Curta
Velocidade de Leitura	De média à alta	De baixa à média

Tabela 2: Comparação entre *tags* ativos e passivos (Fonte: Drauz & Handel, 2006, p.32)

Um ponto interessante é a definição da frequência a ser utilizada na operação. A frequência de atuação da tecnologia é diferente por localidade. No Brasil convencionou-se a mesma frequência utilizada nos Estados Unidos, de 902 a 928 MHz (Nogueira, 2005). Segundo Nogueira (2005), a EAN Brasil recomenda que as etiquetas RFID sejam utilizadas na faixa de 900 MHz, já que permite leituras mais fáceis à distância.

Abaixo segue uma comparação que pode ser feita relativa à: frequências, alcances e materiais diferentes conforme tabela 6:

Frequência	100 - 135 kHz	13.56 MHz	865 - 915 MHz	2.45 GHz, 5.6 GHz
Alcance	< 200cm	< 100cm	4 - 10cm	< 15m
Velocidade (ler, escrever)	Baixa	Média	Alta	Alta
Leitura simultânea de <i>chips</i>	Não	Sim	Sim	Sim
Líquidos	Ok	Ok	Problemático	Problemático
Metal	Razoável	Problemático	Razoável	Razoável
Fonte de Energia	Passivo	Passivo	Passivo, ativo	Passivo, ativo
Aplicações típicas	Controle de acesso, antifurto, chaves	Controle de acesso, antifurto	Aplicações em massa	Antifurto, controle de veículos

Tabela 3: Frequências RFID (Fonte: *Fraunhofer – Institute Material Flow and Logistics*, 2006)

Outra característica da etiqueta (*tag*) é que ela armazena um único código eletrônico de produtos de 96 *bits* que identifica o item por tipo e um número de série única agrupado em quatro seções distintas conforme ilustra a figura 8:

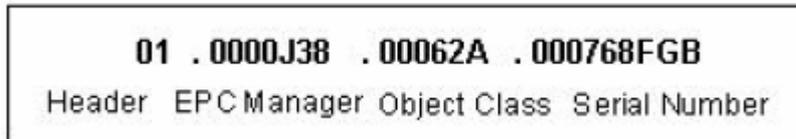


Figura 4: Código Eletrônico do Produto (Fonte: Figueiredo, 2004, p.72)

Este código é definido conforme a padronização estabelecida pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), em parceria com a EAN (*European Article Number*) e o UCC (*Uniform Commercial Code*) de forma que este número não se repita e possa ser identificado em qualquer lugar do mundo (Rosa, 2006).

Rosa (2006) cita ainda que a etiqueta inteligente por possuir memória, conta com uma capacidade de armazenamento, o que proporciona o armazenamento de outros dados (como por exemplo, o lote de produção e a data de validade).

Segundo Nogueira (2005), as etiquetas também podem ser caracterizadas da seguinte forma:

- R/O (*read only*): são pré-programadas e seus dados não podem ser modificados posteriormente (semelhante ao sistema de código de barras);
- R/W (*read and write*): podem gravar dados adicionais ou ainda, realizar sobreposição aos dados existentes, ou seja, o operador tem capacidade de escrever as informações na etiqueta enquanto estiver no seu campo de leitura;
- Worm (*write once, ready many*): as informações só podem ser alteradas uma única vez;

#### **3.2.4. Leitura da Etiqueta**

Segundo Rosa (2006), o processo de leitura da etiqueta se dá seguinte forma:

- A etiqueta é fixada no produto e o acompanha com as suas informações em todas as etapas do processo;
- As antenas são instaladas de forma a gerar um campo magnético numa determinada área. Quando instaladas elas passam a gerar esse campo magnético onde as etiquetas com uma determinada frequência são interrogadas e estimuladas a se comunicarem com o leitor;
- Com a geração do campo magnético criado e da emissão de ondas eletromagnéticas, o leitor que está conectado na antena poderá: interpretar as informações transmitidas pela etiqueta ou passar as informações que devem ser armazenadas na mesma (no caso de não existir capacidade suficiente para o armazenamento);
- Com o leitor conectado a um computador, as informações são transmitidas para o *software* que deverá tomar a ação programada (como por exemplo, apresentar os dados na tela ou armazenar as informações no banco de dados);

### **3.3. Comparativo Vantagens x Desvantagens no Uso do RFID**

A tecnologia de RFID pode ser usada sozinha ou mesmo em conjunto com outras tecnologias de identificação, sendo necessário apenas avaliar as vantagens e desvantagens de cada uma a fim de se obter os melhores resultados de cada tecnologia e por fim, a construção de uma solução ideal (Acura *apud* Rosa, 2006).

Silvio Laban<sup>1</sup> (Revista Tecnológica, novembro 2005) diz que são muito significativos os benefícios decorrentes de maior acuracidade de informação, simplificação de processos, tempo de resposta em função de a informação estar mais disponível e poder ser obtida em maneira mais rápida. Os ganhos de produtividade são bastante atraentes; a otimização de ativos, o fato de facilitar ainda mais todo o processo de localização de produtos em centros de distribuição, eliminar as falhas na expedição, simplificar extremamente o

---

<sup>1</sup> Silvio Laban é um dos maiores especialistas brasileiros na tecnologia RFID em entrevista a revista Tecnológica em novembro/2005.

processo de recebimento de produtos, fazer inventários em tempo real entre outros.

Abaixo segue a tabela 7 com o comparativo das vantagens e desvantagens da etiqueta inteligente (RFID):

Vantagens	Desvantagens
Atualização de forma rápida e eficiente das informações em tempo real	Custo de tecnologia ainda é muito elevado em relação ao atual código de barras
Capacidade de armazenar, ler e enviar dados	Restrições de uso em materiais metálicos ou condutivos
Possibilidade de reutilização	Regulamentações nacionais e internacionais ainda são incompatíveis
Itens podem ser individualmente rastreados na cadeia de suprimentos, ou seja, podem ser localizados	Dificuldade de leitura em ambientes de muitas paredes e demais obstáculos
Leitura simultânea de cerca de mil <i>chips</i> em apenas um segundo	Falta de processos que agilizem a inserção do <i>microchip</i> conforme o produto
Alta durabilidade, são muito resistentes	Cultura organizacional
Detecção sem necessidades de visada direta para leitura	

Tabela 4: Comparativo Vantagens X Desvantagens (Fonte: Tabela retirada de apostilas fornecida em sala de aula na matéria Logística Integrada e Tecnologia da Informação)

Coronado (2007) apresenta as vantagens da utilização das etiquetas inteligentes (RFID) dividida sob a óptica da indústria e do varejo.

Segundo o autor, na indústria tanto a adaptação dos sistemas de gerenciamento quanto no investimento em dispositivos de leitura os custos são proporcionalmente menores do que para o varejo. A base desta utilização é a colocação do *chip* no produto e os leitores na produção, estoques e CDs levando a um processo automatizado e preciso.

Em seguida, ele diz que no caso do varejo a utilização das etiquetas inteligentes obtém aproveitamento máximo se houver um investimento num sistema de gerenciamento integrado com dispositivos de leituras em diversos pontos (entrada de mercadorias, estoques dos CDs, saídas dos CDs, entradas nas lojas, estoque das lojas, gôndolas etc.). Sendo assim, o tempo de maturação é maior no varejo do que na indústria.

Coronado (2007) acredita que a adoção da tecnologia RFID no varejo beneficia ações efetivas de marketing e fidelidade como:

- Gestão de mercadorias onde as características do produto (segmento, qualidade, prazo de validade, margem de lucro, data de entrega etc.) serão conhecidas desde a sua origem (fábrica) até o seu destino final (varejo);
- Nos depósitos o grande benefício é o gerenciamento de estoque que por ter um inventário atualizado *on line* as tomadas de decisões são otimizadas;
- Na distribuição às lojas há maior agilidade na logística devido ao *picking* simplificado e preciso;
- Nas lojas as informações apresentam-se em tempo real, os inventários são otimizados, há o gerenciamento do estoque da loja e da gôndola, eliminação dos gargalos (redução do tempo da chegada da mercadoria à gôndola), gerenciamento da rotatividade e controle das perdas;
- Na gôndola o varejo consegue eliminar os gargalos de estoques, fazer o gerenciamento dos produtos por categorias e eliminar redução de furto devido captura dos dados dos produtos expostos através do leitor de radiofrequência;
- No *check-out* não há a necessidade de se retirar todos os produtos de dentro do carrinho de compras com a finalidade de se apurar o valor da compra tornando assim a compra uma atividade agradável ao cliente;

- O cliente na loja é identificado pela mesma no *check-in* com o objetivo de oferecer o cartão de crédito próprio do estabelecimento, fidelizar para que todas as compras sejam debitadas automaticamente permitindo que o cliente não entre na fila para realizar o pagamento;

### 3.4. Comparativo Código de Barras X RFID

Segundo Hodges apud Rosa (2006), para muitas áreas de aplicação à tecnologia que mais se aproxima a RFID é o código de barras, já que ambas realizam a identificação através de uma etiqueta que está presa a um determinado artigo que contém informações possíveis de serem identificadas através de um sistema de computador.

Bowersox e Closs (2001) definem o código de barras como “a tecnologia de colocação de códigos legíveis por computador em itens, caixas e contêineres, e até em vagões ferroviários”. Os códigos atribuem um número privativo de cinco dígitos a cada fabricante e a cada produto. A utilização dos códigos de barras padronizada reduz os erros de recebimento, manuseio ou expedição de produtos.

Etiqueta Inteligente - <i>Chip</i>	Código de Barras
Custa entre US\$ 0,20 e US\$ 0,50	Praticamente preço zero (impressão do código na embalagem do produto)
Alta capacidade de armazenamento de informações lê e grava	Realiza somente leitura, sem armazenar dados
Para a leitura, não é preciso o código estar no campo visual do leitor	O código precisa estar no campo visual do leitor
Elimina intervenção humana no processo de recebimento, expedição e armazenagem	Precisa de intervenção humana em todo o processo

Tabela 5: Comparação entre as Etiquetas Inteligentes (*Chip*) e os Códigos de Barra (Fonte: Coronado, 2007)

Em sua tese, Drauz & Handel (2007) afirmam que a principal diferença entre código de barras e o RFID é que o código de barras são “*line of sight technology*”. Enquanto o código de barras em um objeto tem que ser orientado

para o dispositivo de leitura (scanner) ou no outro sentido de ser lido, o RFID só tem de estar no âmbito do intervalo de leitura do sistema RFID. Além disso, o código de barras padrão identifica apenas o fabricante ou o produto e não o único item como é o caso do RFID.

A tabela 9 apresenta o resumo da comparação dos parâmetros técnicos segundo Drauz & Handel (2007):

Parâmetros	Código de Barras	RFID
1. Típico quantificar os dados ( <i>bytes</i> )	1-100	Tipicamente 16-64K
2. Densidade de dados	Baixo	Muito alto
3. Legíveis por máquina	Bom	Bom
4. Legibilidade por pessoas	Limitado	Impossível
5. Influência da sujeira / humidade	Muito alta	Nenhuma influência
6. Influência de cobertura	Falta Total	Nenhuma influência
7. Influência da direção e posição	Baixa	Nenhuma influência
8. Degradação / Desgaste	Limitado	Nenhuma influência
9. Normas relevantes	EAN Código 9, Código 128	EPC Classe 0/1, ISO 15693, ISO18000-X
10. Custo de compra	Muito baixo	Médio
11. Custos operacionais (Por exemplo, impressora)	Baixo	Nenhum
12. Segurança	Alto	Muito alto
13. Velocidade de leitura	Devagar (aproximadamente 4 segundos)	Muito rápido (aproximadamente 0,5 segundos)
14. Distância máxima entre o leitor dados e o <i>tag</i> / código	0-50 cm	0-5 m
15. Simultâneos	Não	Sim

registros de itens		
--------------------	--	--

Tabela 6: Comparação do RFID com o Código de Barras (Fonte: Drauz & Handel 2007, p. 33)

Pode-se então identificar segundo Rosa (2006) que o sistema projetado para identificar objetos baseados em etiqueta RFID possui inúmeras vantagens sobre o sistema de código de barras:

- A amplitude para a leitura do RFID é maior do que a do código de barras podendo ser lida desde que esteja dentro da amplitude de rádio frequência dos leitores em qualquer direção;
- A etiqueta código de barras não trabalha quando exposta a elementos líquidos, corrosivos, sujos que danifiquem ou interferem de alguma maneira o material da etiqueta;
- A etiqueta RFID pode ser lida em grande quantidade simultaneamente, enviando os dados para o computador, ao contrário da leitura individual característica do código de barras;
- A etiqueta RFID pode armazenar mais dados que o código de barras;
- A etiqueta inteligente recebe as informações que devem conter na etiqueta e podem ser alteradas e modificadas;

A implantação da tecnologia RFID requer altos investimentos que são compensados com as vantagens e resultados evidenciados, assegurando assim grandes melhorias nos processos da cadeia logística.

### **3.5. Aplicações RFID**

As aplicações de RFID podem ser divididas em vários segmentos conforme menciona RFID Technologies CC *apud* Nogueira (2005):

- Rastreamento de bens: identificação de equipamentos de teste, computadores, móveis de escritório;

- Rastreamento de *pallets*: permite o controle do progresso dos envios de mercadorias;
- Controle de tráfego: permite que um sistema computadorizado identifique veículos que utilizam certas estradas ou autorize o acesso destes pelo pedágio, gerando o gerenciamento da demanda, retenções de circulação, pedágios eletrônicos e a cobrança automática;
- Monitoramento de animais selvagens: permite o monitoramento remoto de migrações dos animais com mínima intervenção humana;
- Controle de livros em biblioteca: permite um controle automático do fluxo de livros, facilitando a busca nas prateleiras;
- Cronometragem esportiva: identifica os competidores, provendo o gerenciamento dos dados cronometrados;
- Gestão logística: através de etiquetas de RFID colocadas nas caixas das mercadorias transportadas pelo armazém, um sistema computacional pode processar dados do leitor rapidamente e identificar os produtos passando por ele, automatizando o processo de rastreamento de pacotes;
- Monitoramento de árvores: possibilidade de rotulação de árvores monitorando e diferenciando-as numa floresta;
- Controle de acesso: podem fazer parte de distintivos de acessos ou ser colocadas em veículos controlando o acesso;
- Aumento de produtividade: permitem que os computadores monitorem e meçam a produtividade de cada estágio do processo de produção;
- Rastreamento de gado: gados são etiquetados para ativar um rastreamento do histórico geográfico do animal do nascimento à morte;

- Identificação de falsificação: etiquetas de RFID que são destruídas quando falsificadas podem ser utilizadas como selos de antifalsificação em mercadorias monitoradas permitindo que a integridade seja checada remotamente e identificando o estágio do transporte no qual pode ter ocorrido alguma falsificação de produto;
- Prova de identidade: etiquetas embutidas na moldagem de fibra de vidro de bens de capital permitem provar a posse em caso de roubo ou modificação para esconder sua real identidade;

A fim de complementar as observações feitas referentes às aplicações de RFID, apresentaremos a seguir as aplicações na logística, explicada por outros autores.

### **3.6. Cadeia de Suprimentos e o RFID**

Com a adoção da tecnologia RFID por muitas empresas, a mudança na forma de se fazer negócio também já é visível, o que torna o gerenciamento da cadeia dos fluxos de informações e materiais ao longo da cadeia de suprimentos muito melhor, reduzindo os custos de distribuição e aumentando o nível de serviço.

Karkkainen & Holmstrom apud Figueiredo (2004) identifica alguns benefícios proporcionados pela adoção da tecnologia ao longo da cadeia de suprimentos e analisados sob três enfoques:

- Manufatura: os sistemas RFID possibilitam que a recepção de materiais seja feita de forma automática, e integrada com um sistema de planejamento da produção. É possível então a notificação em tempo real da entrega do pedido e dessa forma dar-se continuidade às demais operações envolvidas na linha de montagem de determinado produto. O benefício da tecnologia RFID na manufatura é o suporte dado às atividades de controle de qualidade, que envolve além do gerenciamento das atividades realizadas na linha de montagem, a checagem automática dos produtos que chegam aos centros de distribuição. Esta checagem associada com a operação de sistemas WMS (*Warehouse Management*

*System*) possibilita a verificação das condições em que os produtos se encontram (Stephen *apud* Figueiredo 2004);

- **Inventário e Distribuição:** Apesar do código de barras ser mais utilizado neste segmento de cadeia, esta tecnologia não é a mais adequada no tratamento de múltiplos fluxos de materiais já que exige a utilização de processamento manual (alinhamento de leitura), além de ter o seu processo de leitura prejudicado quando coberto por poeira ou outro tipo de poluente. Já o sistema RFID quando utilizado neste segmento de cadeia realiza o registro automático de todas as transações numa base de dados centralizada, reduzindo assim a necessidade de tratamento manual das mercadorias, ficando sujeito a uma quantidade menor de conflitos de informações. Os benefícios no controle de estoque são inúmeros como, por exemplo, o armazenamento e a identificação pela matriz de cada produto em qualquer uma das filiais em que se encontre. O mesmo ocorre no processo de distribuição, quando a troca de informações envolve as etiquetas eletrônicas, as mesmas podem ser localizadas e redirecionadas a novas rotas sempre que for necessário;
- **Atacadista, Varejista e Pós Venda:** as principais vantagens neste setor são: eliminação de custo de *check-out*, rapidez na saída de produtos nos caixas, precisão na contagem de unidades de estoque e redução de problemas oriundos dos estoques. Através da troca de informações entre o supermercado e o seu respectivo centro de distribuição é possível a recepção automática de bens e ainda a obtenção das informações atualizadas de demanda nos pontos de vendas, possibilitando assim a reposição automática de itens. No caso dos pós-venda, é possível: a realização de operações de gerenciamento e manutenção técnica de forma mais efetiva e ainda em casos de devolução de produto para reparo a identificação da mercadoria e seu histórico;

### **3.7. Exemplos da Aplicação do RFID na Logística**

A aplicação do RFID na logística já vem sendo discutida e utilizada em muitas empresas e indústrias de diversos segmentos de forma incipiente e

muitas vezes na forma de projetos pilotos. Tal aplicação revoluciona o conceito de logística apresentado até hoje.

Abaixo seguem alguns exemplos da aplicação do RFID na Logística:

### 1. Controle de Produção de Borracha

Segundo a Revista Tecnológica (Janeiro, 2006), a Sabó fabricante nacional de autopeças com atuação multinacional no mercado de retentores, juntas e mangueiras, adotou a tecnologia baseada em RFID, no Centro de Preparação de Massas, linha de produção de borracha. Com esta solução, a empresa passou a ter absoluto controle na separação dos ingredientes que compõem diferentes fórmulas para a composição dessa matéria-prima, que é a base para toda a sua linha de produtos. Até o final de 2004, as operações para a composição da mistura eram realizadas manualmente, o que implicava retrabalhos ou perda de material. A automatização dessa área era de extrema importância estratégica.

### 2. Cadeia de Suprimentos

Segundo a Revista Tecnológica (Fevereiro, 2006), foi formado um grupo de RFID/EPC montado pela Companhia Brasileira de Distribuição (CBD) – Grupo Pão de Açúcar – formado pelas empresas fornecedoras *Procter & Gamble* e *Gillette*, pela administradora de pool de paletes Chep e pela Consultoria *Accenture* todas unidas para o desenvolvimento, padronização e implantação da tecnologia de radiofrequência. O objetivo do projeto piloto era testar a aplicação da solução RFID/EPC no mercado brasileiro, desvendando as oportunidades mais relevantes, os desafios de implantação na cadeia como um todo e em categorias específicas, fazendo ao mesmo tempo um diagnóstico da base tecnológica dos atores da cadeia. A meta ao final do projeto era de relacionar custos e benefícios, além de traçar um mapa de aplicação da tecnologia no país. O foco de atuação foi nos processos de recebimento e expedição de mercadorias, bem como na troca de informações entre os parceiros através da nova solução. Ficou provado que no Brasil, assim como nos Estados Unidos e Europa, os benefícios da utilização do RFID/EPC são mais significativos nos processos de gestão da cadeia de suprimentos e na geração de demanda de que nos ganhos de eficiência operacional. Constata-se, principalmente, que os

processos da gestão da cadeia de suprimentos carecem ainda de um grande aprimoramento, independentemente da adoção das etiquetas eletrônicas. Outra conclusão importante sobre prazos é relativa às dificuldades para a adoção desta tecnologia no país no curto prazo devido à convivência com menor escala de operação, baixo valor unitário médio dos produtos e alto custo de infraestrutura.

### 3. Pecuária

Segundo Coronado (2007), atualmente algumas fazendas brasileiras já utilizam as etiquetas eletrônicas para a identificação do gado de corte. Um *chip* é colocado na orelha do animal, como se fosse um brinco, onde são armazenadas informações, como vacinação, peso, alimentação e dados da genética do animal. Para a identificação do animal, basta encostar um leitor, conectado a um computador, na orelha do boi, para que ele seja imediatamente identificado na tela, o que leva à pesagem de um boi para apenas um minuto, ou seja, o serviço de um dia inteiro abaixa para apenas duas horas com esse sistema.

### 4. Indústria Automobilística

Segundo a Revista Tecnológica (logística, novembro 2007) A *General Motors* do Brasil já usa a tecnologia RFID, identificação via radiofrequência em São Caetano do Sul com o objetivo de ajudar no gerenciamento de estoques de carrocerias antes da montagem de componentes. A montagem está dividida em três fases: estrutura da carroçaria, pintura e montagem dos componentes (motor, bancos e etc.). Entre as áreas de pintura e montagem é mantido um estoque temporário de carroçarias já pintadas e acomodadas em *skids* que se chama banco de seletividade. A tecnologia RFID veio auxiliar na estocagem, movimentação e localização desses *skids* com carroçarias eliminando assim, por exemplo, a complexidade dessas atividades. Cada carroçaria tem um número que a identifica e que está vinculado a uma etiqueta inteligente aplicada a um *skid*. Assim a etiqueta pode ser lida por antenas posicionadas na entrada e saída desse “armazém”, proporcionando maior eficiência no fluxo de carroçarias que seguirão para o processo de montagem.

## 5. Cigarros

Segundo o site *RF Design Line* o governo britânico já anunciou planos para incorporar etiquetas RFID em cada embalagem de cigarros vendidos, num esforço para acabar com a falsificação e contrabando de tabaco. Os fabricantes de cigarros já começaram a encaixar *chips* RFID em cada embalagem destinada à venda no Reino Unido. Inicialmente esta iniciativa está sendo financiada pelos *UK's Tobacco Manufactures' Association*, que inclui os maiores fornecedores de cigarros. A TMA estima que cerca de três por cento de cigarros fumados na Grã-Bretanha, ou dois bilhões, são falsificados e a maior parte deles vindo da China.

### 3.8. Desafios e Barreiras à Implementação do Uso do RFID

Apesar dos avanços na tecnologia utilizada para o RFID terem sido consideráveis nos últimos anos, ainda existe muitos desafios para uma ampla expansão da mesma. Esses desafios exigem mudanças e definição de normas, principalmente para as áreas de TI (Tecnologia da Informação), que colaboram de forma significativa para a superação desses desafios, com a adaptação dos sistemas legados (Hodges *apud* Rosa, 2006).

Muitos destes desafios concentram-se na aplicação feita no dispositivo conforme abaixo:

- Preço: o valor das etiquetas inteligentes já se apresenta competitivas em relação aos códigos de barras, mas não se mostram vantajosas quando aplicadas a produtos de baixo valor e lucro;
- Poder de processamento e fornecimento de energia: no caso de etiquetas com o RFID ativo o tempo de vida da bateria quando curta limita o desenvolvimento de novos dispositivos e aplicações, já que estes quererem maior poder de processamento e requer maior fornecimento de energia. Para as etiquetas com o RFID passivo, a carga obtida por esta energização é proporcional à distância que este se encontra do leitor, de modo que quanto mais distante menor a carga obtida, também limitando o desenvolvimento de novas aplicações;

- Distância de leitura: algumas aplicações ainda requerem que a identificação de dispositivos com RFID seja feita a muitos metros de distância que ainda não é suportado;
- Miniaturização: algumas aplicações podem necessitar de dispositivos RFID imperceptíveis à visão e ao tato, para permitir sua total integração à rotina das pessoas e outras podem requerer um alto número de dispositivos no mesmo local, de modo que o tamanho atual dos dispositivos inviabiliza esta acumulação;

Para Figueiredo (2004), além do fator custo outros são os desafios:

- Cultura organizacional: a introdução de uma tecnologia que de certa forma é nova, causa certo grau de desconforto, já que seus resultados são incertos. Além da adoção da tecnologia é necessária a mudança no comportamento dos usuários do sistema sem fio;
- Compatibilidade: o fluxo de informações no relacionamento não só intra como interempresarial, deve ser realizado de forma mais eficaz e transparente. O trabalho em parceria favorece os desenvolvedores de produto e soluções e ainda os clientes;
- Confiabilidade: a forma de propagação multidirecional característica da transmissão por radio frequência, atribui certo grau de insegurança na transmissão das informações já que podem ser interceptadas por qualquer usuário que possua a tecnologia propícia para a coleta de dados transmitidos em dada frequência e situado próximo à fonte;
- Privacidade: devido aos diferentes tamanhos e formas que hoje a tecnologia pode assumir, ela pode passar despercebida ao ser anexada em qualquer objeto podendo gerar a difusão de um sentimento de desconfiança;

Hodges *apud* Rosa (2006) considera que algumas considerações devem ser realizadas para as empresas que estão estudando a implantação da tecnologia RFID além das questões de confiabilidade e compatibilidade de acordo com menção realizada por Figueiredo, conforme abaixo:

- Armazenamento de dados e acesso: necessidade de se ter o armazenamento dos dados gerados em banco de dados distribuídos, considerando a localização a nível individual para a rápida localização;
- Interferência: normalização das frequências que está sendo tratado pelos órgãos competentes devido à proliferação de dispositivos sem fio (*wireless*, telefones móveis etc.) existindo hoje a possibilidade de problemas de interferência eletromagnética com sistemas de RFID;
- Etiquetas para artigos especiais: necessidade de análise de etiquetas resistentes para objetos com metais ou conteúdo líquido, por exemplo, já que o desempenho de um sistema de RFID depende do tipo de etiqueta que o objeto é fixado;
- Legislação RF: como os sistemas de RFID operam em regiões do espectro de rádio sem licença, ou seja, os leitores de RFID seguem alguns princípios operacionais básicos para ser operado sem a necessidade de uma licença de transmissão de rádio especial, os governos são responsáveis por definir quais partes do espectro de rádio pode operar sem licença. Por conta de razões históricas, os governos não têm as mesmas distribuições e o processo de correção através da padronização é de longo prazo;
- Reciclagem das etiquetas: o processo de reciclagem das etiquetas não é simples, já que em muitos produtos a etiqueta não está fixada, mas sim embutida. Nesse caso, deve haver um procedimento de retirada para reaproveitamento;
- Saúde e segurança: necessidade de contínuo estudo para difusão de nenhum potencial dano à saúde humana quanto à exposição às ondas de rádio geradas pelos leitores que são cada vez mais elevadas;
- Desenvolvimento de atividade criminal: devido à evolução da tecnologia, os processos eletrônicos tendem a ter as suas operações manuais reduzidas, o que torna as operações e processos mais abertos

propiciando certos abusos. Há então uma necessidade de ser observada a implantação das regras de segurança, visando controlar perfis dos usuários, as permissões para manutenção dos parâmetros, o monitoramento e o rastreamento de todas as operações críticas executadas no sistema.

### **3.9. Cenário RFID**

Segundo Gartner (especialista em análise de informações na área de tecnologia), foi realizada uma estimativa por uma Empresa e previsto investimentos para a tecnologia RFID na ordem de três bilhões de dólares no ano de 2010. Esta impulsão se dará pelo fato de que em alguns lugares era impossibilitada a utilização do código de barras e a distribuição em larga escala pelos setores emergentes já foi evidenciado. Preve-se a continuação do crescimento da adoção da tecnologia RFID já que os benefícios reais estão sendo verificados. Não haverá substituição de tecnologias (ou seja, RFID substituindo código de barras), as duas tecnologias existirão, sendo utilizadas uma ou outra na situação mais conveniente, de acordo com a necessidade de cada empresa.