

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RFID

Viabilidade de aplicação

Área de Telecomunicações

por

Heleno Ramos Ribeiro

Prof. Msc. Eduardo José Sartori
Orientador

Campinas (SP)
12/2007

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RFID

Viabilidade de aplicação

Área de Telecomunicações

por

Heleno Ramos Ribeiro

Relatório apresentado à Banca
Examinadora do Trabalho de Conclusão
do Curso de Engenharia Elétrica para
análise e aprovação.

Orientador: Eduardo José Sartori
Prof. Msc.

Campinas (SP)
12/2007

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	06
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	07
LISTA DE TABELAS	08
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo	11
1.2 Motivação	11
1.3 Estrutura do trabalho	11
2. HISTÓRIA DO RFID (Radio Frequency Identification)	13
3. TECNOLOGIA DO RFID	15
3.1 Os componentes básicos do RFID	16
3.2 O funcionamento da transmissão de dados - RFID	16
3.3 O que é etiqueta inteligente ou transponder	18
3.4 A leitura da etiqueta	20
4. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS RFID	22
4.1. Quanto à forma de transmissão	22
4.1.1. Alguns tipos de modulação de dados	22
4.1.1.1. Analógicos:	22
4.1.1.2. Digitais:	24
4.2. Freqüências da portadora	26
4.3. Taxa de transferências de dados e largura de banda	29
4.4. Alcance e níveis de potência	29
4.5. Quanto aos dados armazenados e informações físicas	27

4.6. Segurança	31
4.6.1. Acesso à informação	31
4.6.2. Atributos da informação	32
4.6.3. Criptografia	32
5. VANTAGENS E DESVANTAGENS NO USO DO RFID	33
5.1 Vantagens no uso do RFID	33
5.2 Desvantagens no uso do RFID	34
6. COMPARAÇÃO DO RFID COM O CÓDIGO DE BARRAS	35
7. DESAFIOS E BARREIRAS PARA O SUCESSO DO RFID	37
7.1 Armazenamento de dados e acesso	37
7.2 Precisão	38
7.3 Interferência	38
7.4 Integração das companhias	38
7.5 Etiquetas para artigos especiais	38
7.6 Legislação de RF (Radio Frequência)	39
7.7 Reciclagem das etiquetas de RFID	39
7.8 Saúde e segurança (exposição a radio frequência)	39
7.9 Desenvolvimento de atividade criminal	40
7.10 O custo dos componentes de RFID	40
7.11 O custo de integração	40
8. ESTUDO DE CASOS NO BRASIL	41
8.1 Áreas	41
8.1.1 SmartCards	41
8.1.2 Identificação Humana	41
8.1.3 Indústria	42
8.1.4 Transportes	43
8.1.5 Segurança	43

8.1.6 Identificação Animal	44
8.1.7 Aplicações Médicas	45
8.2 Estudo de caso	45
8.3 Relatos no mercado brasileiro	48
8.3.1 – Siemens	48
8.3.2 – HP Brasil	48
8.3.3 – GM do Brasil	49
8.3.4 – Brasil desenvolve primeiro chip RFID para controle de estoques	50
8.3.5 - Mais de 60% das empresas brasileiras querem RFID em menos de 2 anos	51
8.3.6 - Intel apresenta chip compacto de RFID que promete reduzir preços de leitores	51
8.3.7 - Empresas piloto no Brasil	52
8.3.8 - Fábrica de chips	53
8.3.9 – Wal-Mart Brasil	57
8.3.10 – Korth	58
9. VIABILIDADE PARA APLICAÇÃO - EXEMPLO	58
10. CONCLUSÕES	61
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 - Operação do RFID: A antena provê a energia para a etiqueta Transmitir o número de identificação armazenado	17
Fig. 2 - Etiqueta passiva RFID: transferência em baixa-frequência	20
Fig. 3 - Formato EPC (Electronic Product Code) classe zero	21
Fig. 4 – Modulação AM	23
Fig. 5 – Modulação FM	23
Fig. 6 – Modulação PM	24
Fig. 7 – Modulação ASK	25
Fig. 8 – Modulação FSK	25
Fig. 9 – Modulação PSK	25
Fig. 10 – Mostra um transponder utilizado em competição	42
Fig. 11 – Sistema da Volkswagen de segurança	44
Fig. 12 – Tipos de tags para identificação animal	45
Fig.13 – Projeto piloto Pão de Açúcar	47
Fig.14 - Chip encapsulado	53
Fig.15 - Chip RFID fabricado pela Ceitec	54
Fig.16 - Placa de chip fabricada pela Ceitec	56
Fig.17 - Leitora portátil, Symbol MC 9060	57
Fig.18 – Cartão ISO PVC e Clamshell ABS	59
Fig.19 – Leitores de proximidade	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD	– Centro de Distribuição
DNS	– Domain Name Service
EAN	– European Article Number
EPC	– Electronic Product Code
ERP	– Enterprise Resource Planning
FDA	– Food and Drug Administration
MIT	– Massachusetts Institute Technology
ONS	– Object Naming Service
PML	– Product Markup Language
RFID	– Radio Frequency Identification
RF	– Rádio Frequência
SCM	– Supply Chain Management
TI	– Tecnologia da Informação
URL	– Uniform Resource Location
WMS	– Warehouse Management System

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais bandas de frequência e aplicações	27
Tabela 2 – Outras bandas de frequência e suas aplicações	29
Tabela 3 - Características das diversas tecnologias de etiquetas	36
Tabela 4 – Tempo gasto em diferentes tecnologias no embarque	43
Tabela 5 - Aplicações para um sistema RFID	56

RESUMO

Ribeiro, Heleno R. RFID – Viabilidade de aplicação. Campinas, 2007.
Nº 63. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco.

O objetivo desta monografia é analisar a viabilidade do uso das etiquetas inteligentes no mercado brasileiro, suas aplicações, bem como as vantagens e desvantagens na sua implementação.

Ela mostra uma visão sobre a tecnologia das etiquetas inteligentes, bem como os componentes que formam a Radio Frequency Identification (RFID), como são realizadas a transmissão de dados, a leitura das etiquetas, e as suas aplicações no mercado brasileiro.

Discute os benefícios da tecnologia, dentro do mercado brasileiro, os desafios, as barreiras para a implementação e a adoção da tecnologia.

Analisa as constantes mudanças que estão ocorrendo no mundo atual com o avanço desta tecnologia. Neste cenário, analisam-se também, os comportamentos das pessoas diante das mudanças, suas resistências e seus receios.

Palavras-chaves: Radiofrequência, Etiquetas Inteligentes, RFID, Mercado Brasileiro.

ABSTRACT

The objective of this monograph is to analyze the viability of the use of the intelligent labels in the Brazilian market, their applications, as well as their advantages and disadvantages of its implementation.

It shows a vision on of the intelligent label, as well as the components that form

Radio Frequency Identification (RFID), as the data transmission, the reading of the labels, and its applications, are accomplished, and its use in the Brazilian market.

It discusses the benefits of the technology, inside of the Brazilian market, the challenges, the barriers for the implementation and the adoption of the technology.

It analyses the constant changes that are happening in the current world with the progress of this technology. In this scenery, it also analyzes the people's behaviors, before the changes their resistances, and their fears.

Key- words: Radio Frequency, Intelligent Tags, RFID, Brazilian Market.

1. INTRODUÇÃO

No mercado competitivo, a tecnologia de RFID vem ganhando foco e atenção dos executivos. O grande desafio do mercado brasileiro para as empresas, é aumentar a eficiência e reduzir os custos, através da disponibilidade dos produtos no tempo certo e no local desejado, com o menor custo de operação.

Para isso, as empresas estão investindo consideravelmente em novas tecnologias visando assegurar a eficiência dos processos no mercado brasileiro. Com resultado, ano a ano ganham mais destaques as tecnologias emergentes como a de RFID, já amplamente utilizada nas grandes empresas mundiais.

1.1 OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo, apresentar a tecnologia de RFID (Radio Frequency Identification) aplicado no mercado mundial, suas vantagens e desvantagens, comparando com outras tecnologias, os desafios e as barreiras existentes para a implantação com sucesso desta tecnologia no Brasil.

1.2 MOTIVAÇÃO

Com o propósito de analisar a tecnologia de RFID, esta monografia foi estruturada a partir da necessidade de entender suas aplicações no mercado, para assegurar eficiência nos controles, precisão nos inventários, controles “on-line”, redução da mão de obra, e conseqüentemente a redução dos custos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Inicialmente apresenta a história do RFID, desde 1906 com a primeira onda contínua, até os dias atuais.

No capítulo três, aborda a tecnologia de RFID e os componentes básicos fundamentais para a implantação da tecnologia, que são: transponder, ou simplesmente etiqueta inteligente, transceiver, ou conversor para decodificar as informações transmitidas pelas etiquetas, antena, para a comunicação entre a etiqueta e o transceiver, e o “Middleware”, que assegura a interoperabilidade do sistema.

Os capítulos quatro e cinco descrevem as principais vantagens obtidas com o uso da tecnologia de RFID, e as desvantagens evidenciadas durante o estudo, e comparo esta tecnologia com outras de identificação, evidenciando as vantagens da aplicação da tecnologia de RFID e seus componentes no mercado brasileiro. Este capítulo apresenta um quadro comparativo das principais tecnologias de identificação.

O capítulo seis descreve os esforços que foram e estão sendo direcionados, para implantar a tecnologia de RFID em algumas outras áreas no mercado brasileiro, tais como: a área de produção da indústria automobilística, e a área de recebimento e conferência de mercadorias, onde muitos investimentos já foram feitos, e ainda muitos esforços serão necessários para maximizar os ganhos da cadeia de valores.

O capítulo sete apresenta um resumo dos desafios e as barreiras existentes, que são necessárias superar durante um processo de implantação da tecnologia de RFID. Ainda este capítulo, contempla as preocupações com a saúde e com a segurança das pessoas, que estão diretamente em contato com o campo eletromagnético, necessário para o funcionamento da tecnologia.

O capítulo oito demonstra através de estudos de casos no Brasil, uma sugestão para a implantação da tecnologia de RFID, comenta a situação atual, os problemas, as dificuldades existentes, e uma proposta simplificada para implantar a tecnologia de RFID, que poderá melhorar os resultados.

O capítulo nove apresenta um exemplo prático, com valores para uma aplicação de controle de acesso.

A conclusão apresenta a opinião do autor desta monografia, sobre os pontos recomendados para a análise em um projeto de implantação da tecnologia de RFID, com as recomendações sugeridas a partir das pesquisas efetuadas, para orientar a avaliação de um projeto de implantação de RFID no mercado brasileiro, nos mais diferenciados segmentos de negócios.

2. HISTÓRIA DO RFID (Radio Frequency Identification)

Observando ou não, a identificação por rádio frequência (RFID), é parte integrante da nossa vida, atuando para aumentar a produtividade e atender as conveniências. É utilizada por centenas de aplicações, como: Prevenir roubos de automóveis, de mercadorias, cobrança de pedágio sem parar, administrar entradas de edifícios, automatizar estacionamentos, controlar portões de aeroportos, despachos de bagagens, utilizando para isso, dispositivos dos mais simples aos mais complexos, normalmente conectados a uma rede de computadores, atuando com frequência de rádio de 100 kHz até 10 GHz [1].

Em 1906, Ernst F.W. Alexanderson, demonstrou a primeira onda contínua (CW) através da geração e transmissão de sinais de rádio. Esta realização marcou o começo da comunicação de rádio moderna, onde todos os aspectos das ondas de rádio são controlados. Ainda no início do mesmo século, tivemos a descoberta do radar.

Durante a Segunda Guerra Mundial, através de um projeto denominado “Projeto Manhattan”, que aperfeiçoou o radar, foi possível intensificar o avanço da tecnologia de RFID, que através do envio de ondas de rádio, podia descobrir e localizar um objeto através da reflexão, determinando a posição e a velocidade deste objeto.

Considerando que uma forma de RFID, é a combinação da tecnologia de radiodifusão e do radar, é certo que as convergências destes dois, contribuíram para o aprimoramento da tecnologia [2].

Em 1948, foi publicado o primeiro trabalho explorando o RFID através de Harry Stockman, sob o título de “Communication by Means of Reflected Power”.

Evidentemente outras pesquisas, deveriam ainda contribuir muito para eliminar os problemas existentes na época, antes de explorar a tecnologia em vasto campo de aplicações úteis.

Os anos cinquenta foram marcados pela exploração das técnicas de RFID, com sucessivos desenvolvimentos técnicos em rádio e radar. Estavam sendo exploradas várias tecnologias relacionadas ao RFID, como o sistema de transponder eletromagnético de longo alcance para aeronave.

Os anos sessenta foram o prelúdio da explosão do RFID dos anos setenta. R.F. Harrington estudou a teoria eletromagnética relacionada com o RFID, e editou em 1964 um documento denominado: “Theory of Loaded Scatterers”.

Outros grandes avanços na época foram as descobertas publicadas por Robert Richardson's, sobre ativação remota de dispositivos, e o aprofundamento das técnicas de transmissão de dados passiva publicadas por J.H. Vogelmann's.

No início dos anos 70, fomentadores, inventores, companhias acadêmicas e laboratórios do governo, estavam trabalhando ativamente na tecnologia de RFID [2], que em 1975, foi apresentado para a comunidade por Alfred Koelle, Steven Depp e Robert Freyman, um importante estudo sobre RFID, originalmente com o título: “Short-Range Radio-Telemetry for Electronic Identification Using Modulated Backscatter”.

Este desenvolvimento sinalizou o começo prático do uso das etiquetas, completamente passivas e com amplitude operacional de até dez metros. No mesmo ano, as autoridades dos portos de New York e de New Jersey, testaram sistemas construídos pela General Electric, Westinghouse, Philips e Glenayre. Os resultados foram favoráveis, mas a

sua primeira aplicação com sucesso para utilização no transporte comercial foi em uma estação de pedágio, com restrições de uso nos horários de grandes movimentos.

A década de 80, foi marcada por várias implantações utilizando a tecnologia RFID. Ainda sem a definição dos padrões, é marcada por diferentes interesses em várias partes do mundo [2].

Nos Estados Unidos, os maiores interessados nesta tecnologia, desenvolveram aplicações para transportes, controle de acesso de pessoal, e com menos ênfase as aplicações para o controle de animais.

Na Europa os maiores interessados, trabalharam em sistemas utilizando RFID no controle de animais (com alcance limitado), e diversas outras aplicações industriais e empresariais. Entretanto teve destaque à aplicação da tecnologia de RFID no controle de passagem em praças de pedágio de estradas na Itália, França, Espanha, Portugal e Noruega.

Ainda na década de 80, o que determinou a expansão rápida das aplicações utilizando RFID, foi o desenvolvimento do computador pessoal (PC), que acelerou de maneira rápida e econômica, a coleção conveniente dos dados. As aplicações utilizando a tecnologia expandiram para outras aplicações comerciais, incluindo o sistema de transporte ferroviário dos Estados Unidos.

Os anos 90 foram marcados pela multiplicação das aplicações comerciais utilizando RFID nas praças de pedágios eletrônicas nos Estados Unidos, e em sistemas com etiquetas inteligentes instaladas em postos de gasolina no Kansas e em Oklahoma.

Ainda na década de 90, com a expansão comercial, teve início o uso das etiquetas multi-protocolo, bem como o uso de sistema-modelo para utilizar uma única etiqueta por veículo, identificando uma conta única para faturamento em diversas praças de pedágios, em diferentes rodovias, pontes, túneis, sob jurisdição de diversas autoridades regionais.

Também na Europa, a tecnologia de RFID evoluiu nos anos 90, tal qual o crescimento alcançado na América do Norte, em aplicações comerciais, com esforço de desenvolvimento das grandes empresas como: Texas Instruments, Microdesign, Alcatel, Bosch e subsidiárias da Philips.

Na mesma década, em muitos outros países do mundo, estavam aparecendo aplicações que utilizavam a tecnologia de RFID. Dos países que iniciaram o uso de aplicações utilizando radio frequência podemos citar: Austrália, China, Hong Kong, Filipinas, Argentina, México, Brasil, Canadá, Japão e Cingapura.

Outros avanços tecnológicos permitiram a construção dos novos circuitos integrados, que asseguraram a utilização das etiquetas inteligentes em maior escala, a partir desta década nos segmentos comerciais.

No século 21 iniciou com o uso crescente das etiquetas inteligentes, em virtude da redução dos custos, da ampliação das funcionalidades e o aumento da confiança. As contribuições para a padronização desta tecnologia estão em andamento e são conduzidas pelos centros de pesquisas e divulgações como o MIT (Massachusetts Institute Technology), pelos fóruns dos fabricantes de equipamentos para RFID, por pesquisadores e usuários interessados na padronização [2].

A primeira vista, o conceito de RFID e sua aplicação parece simples e direta, mas na realidade, o contrário é também verdadeiro. RFID é uma tecnologia que atravessa sistemas, ampliando o desenvolvimento do software, teoria de circuito, teoria de antena, propagação de rádio, técnica de microonda, modelo de receptor, modelo de circuito integrado, criptografia, tecnologia de materiais, modelo mecânico, e engenharia de rede. Números

crescentes de engenheiros são envolvidos no desenvolvimento de aplicações de RFID, e esta tendência provavelmente continuará.

Há ainda escassez de pessoas técnicas treinadas, e a disposição dos empresários em investir em RFID, o que acaba impedindo o crescimento da indústria na velocidade desejada [2].

3. TECNOLOGIA DE RFID (Radio Frequency Identification)

Este capítulo descreve a tecnologia RFID e seus componentes básicos, as suas aplicações dentro do mercado brasileiro, informando o funcionamento para a identificação única dos produtos ou objetos, utilizando a rádio frequência para captura e transmissão dos dados.

O principal componente do sistema de RFID, é a etiqueta inteligente ou “tag”. Funciona a partir de um campo eletromagnético, onde as ondas em determinada frequência conseguem transmitir informações sem que haja a necessidade de fios (wireless), e não exige que as etiquetas estejam num raio de visão, ou de ação de alguma pessoa [3].

As etiquetas inteligentes são compostas de um pequeno “chip”, onde é armazenado o EPC (Electronic Product Code), ou código eletrônico do produto, com outras possíveis informações, e uma pequena antena para captar as ondas eletromagnéticas.

Há também na etiqueta, uma micro bateria com a função de aumentar o alcance da mesma, tornando-a uma etiqueta ativa, com um raio maior de atuação.

Este raio maior de atuação é interessante, porque exigirá um número menor de antenas para cobrir determinada área. No entanto, estas etiquetas ativas são maiores e consideravelmente mais caras do que as etiquetas passivas.

Todos os componentes existentes na etiqueta inteligente, geralmente são fixados em uma base plástica ou de papel, com a vantagem de não precisarem ficar à vista, já que não dependem de scanner para leitura.

Ainda que alguns fatores são considerados motivadores para a utilização da tecnologia de RFID. São estes os fatores citados [4]:

- Necessidade de capturar informações dos produtos em movimento, para aperfeiçoar os índices de eficiência;
- Necessidade de rapidez, precisão e confiança na transmissão dos dados;
- Ter ambientes insalubres ou de difícil acesso;
- Existir processos que impedem o uso do código de barras;
- Ter facilidade de rastreamento através de toda a cadeia de suprimentos ou do processo produtivo;
- Estabelecer elevado grau de controle e fiscalização, que aumenta a segurança e evita furtos, além de coibir falsificações de mercadorias;
- Captar ondas à distância;
- Possibilitar a leitura de muitas etiquetas simultaneamente;
- Permitir a rastreabilidade dos produtos.

3.1 OS COMPONENTES BÁSICOS DO RFID

Basicamente a tecnologia de identificação por rádio frequência (RFID), consiste em etiquetas inteligentes, que são programadas com informações e fixadas em produtos ou objetos, que necessitam ser identificados ou rastreados, e de outros componentes básicos e fundamentais para o funcionamento [5].

São estes os quatros componentes:

- **Um transponder:** Geralmente chamada de etiqueta inteligente ou “tag”, é composta por uma bobina (antena), transistor, capacitor, diodo e um micro chip. Ela é programada com informações exclusivas para atender o conceito de identificação automática, e são fixadas em produtos ou objetos que necessitam ser identificados ou rastreados, tais como: veículos, caixas e outros tipos de unidades;
- **Um transceiver:** Também conhecido como leitor, que é um decodificador, composto de um conversor analógico ou digital e um oscilador. Ele controla a comunicação de rádio e decodifica as informações transmitidas pelas etiquetas;
- **Uma antena:** Que é presa ao transceiver ou leitor. É usada para estabelecer a comunicação com as etiquetas ou transponder;
- **Um middleware:** Que pode ser descrito como uma função da interface do leitor que comprime os sinais de milhares de etiquetas. Ele forma a interface entre os elementos de hardware e os elementos de software do RFID. Entre os elementos de software, encontra-se o sistema transacional da empresa que recebe e processa as informações decodificadas através do leitor.

3.2 O FUNCIONAMENTO DA TRANSMISSÃO DE DADOS

O funcionamento da transmissão de dados, ocorre á partir da entrada do objeto ou produto contendo a etiqueta inteligente, na área coberta pelo leitor de etiqueta, que emite suas ondas constantemente.

A partir da identificação da etiqueta, o leitor envia um sinal eletromagnético, que é recebido pela antena da etiqueta. No retorno da comunicação, a etiqueta transmite um sinal modulado ao leitor com as informações armazenadas [7].

A comunicação entre o leitor e a etiqueta passiva, é realizada utilizando um dos dois métodos existentes para modular o sinal de identificação, que são: baixa frequência, com menos de 100 Mhz ou de alta frequência que é superior a 100 Mhz.

O funcionamento da identificação por rádio frequência se dá a partir de um campo eletromagnético, formado entre antenas e algo para responder ao estímulo criado pelo campo magnético, conforme demonstrado na fig.1 [8].

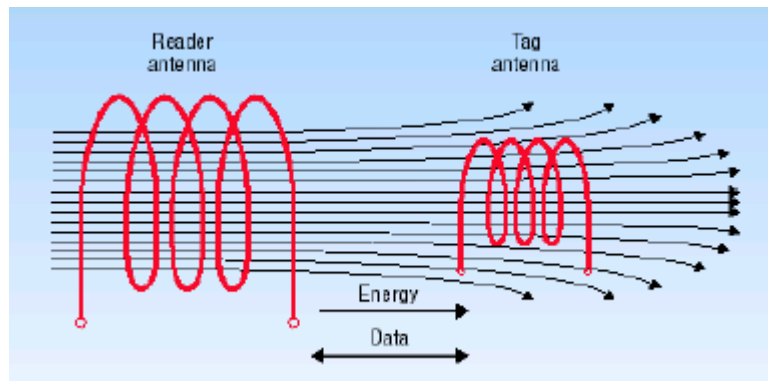


Fig. 1 Operação do RFID: A antena provê a energia para a etiqueta transmitir o número de identificação armazenado [8].

Um exemplo do uso das etiquetas inteligentes nas operações comerciais é o sistema de bagagens do aeroporto de Londres, onde cada mala despachada recebe uma etiqueta inteligente que grava as informações como: voo que a bagagem deve estar e a quem essa bagagem pertence.

Ao longo das esteiras no aeroporto, leitores estão posicionados para verificar se as malas estão no caminho e no tempo certo para chegar ao avião que estão destinadas. Como tudo é monitorado, o caminho das bagagens é gravado num banco de dados.

Desta forma, qualquer problema que venha ocorrer, é identificado em tempo real, tendo espaço para ser corrigido. No final é só inserir o código da etiqueta, e ter o histórico dos caminhos percorridos, podendo assim rastrear extravios.

Outro exemplo é o da Exxon Mobil, uma grande rede de postos de gasolina dos Estados Unidos, que desenvolveu um sistema chamado de "speedpass", que é um chip eletrônico de rádio frequência que fica junto à chave do carro.

Para abastecer o veículo, o motorista deve passar o chip existente na chave do carro, perto do leitor existente na bomba de gasolina antes de abastecer. Assim que termina o abastecimento, e a mangueira é recolocada na bomba, os gastos são computados diretamente na conta do usuário.

Para que isto ocorra, cada chip tem um código único associado a um banco de dados, que na verdade é uma conta do cliente "Speedpass". Cada conta possui um cartão de crédito cadastrado, e assim que os gastos são informados eletronicamente, um recibo é emitido pela própria bomba de gasolina, e a fatura debitada no cartão de crédito cadastrado.

Para entender o funcionamento da etiqueta inteligente são necessários: conhecer o funcionamento da sua fonte de energia, sua característica, e a capacidade de armazenar informações.

O funcionamento da fonte de energia da etiqueta inteligente é o acoplamento de uma bateria que emite um campo de rádio frequência, tornando a etiqueta ativa e aumentando assim o seu poder de alcance. Esta etiqueta é maior no tamanho, e a sua durabilidade é menor, exigindo a troca periódica da bateria.

A etiqueta inteligente ativa pode ter um alcance de até 100 metros, com até 32 kilobytes de memória, e uma velocidade de transferência de dados entre 100 e 200 bytes por segundo (bps).

Para a etiqueta passiva, a fonte de energia utilizada provém do campo eletromagnético gerado por uma antena que emite impulsos e a etiqueta responde, sem a necessidade de bateria acoplada.

A etiqueta passiva possui um alcance menor, podendo ser lida em no máximo 3 metros de distância, com uma memória para dados de até 736 bytes, e velocidade de leitura até 8750 bytes por segundo. A durabilidade desta etiqueta passiva é teoricamente infinita, uma vez que a vida útil delas só tem como fator limitante que é o seu bom uso.

Como característica, que toda etiqueta eletrônica ativa ou passiva, possui um número de série único, que é conhecido como EPC (Electronic Product Code), ou código eletrônico do produto [8].

Este código eletrônico do produto ou EPC é definido conforme a padronização estabelecida pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology), conjuntamente com a EAN (European Article Number) e o UCC (Uniform Commercial Code), de maneira que ele nunca se repita e que cada etiqueta possa ser identificada em qualquer lugar do mundo [9].

Além deste número, a etiqueta inteligente conta com uma capacidade de armazenamento através da memória existente, viabilizando assim o armazenamento de outros dados, tais como: lote de produção, data de validade, enfim, informações que hoje são guardadas em um banco de dados.

As etiquetas que possuem este espaço para armazenar e características que permitem alterar dados são conhecidas como “Read/Write Tags” (etiqueta de escrita e leitura), ou seja, o operador tem capacidade de “escrever” informações na etiqueta enquanto ela está dentro do seu campo de leitura.

A arquitetura de um sistema “Read Tag” (etiqueta de leitura) é muito semelhante à do sistema de códigos de barras. Como o número programado na etiqueta é fixo, esse número deve ser armazenado em um banco de dados central, e referenciado ao portador com aquela etiqueta específica.

As etiquetas de leitura são mais baratas que as etiquetas de leitura/escrita, o que torna seu sistema muito mais econômico quando há um grande número de etiquetas envolvidas. O custo mais baixo das etiquetas de leitura, também pode compensar o custo tradicional de programação e instalação de sistemas centrais de controle.

Um processo que utiliza etiquetas de leitura/escrita pode continuamente atualizar as informações da memória da etiqueta, mantendo um registro do processo que poderá servir para as ações imediatas, ou ser enviado mais tarde para uma análise.

O fato de estarem todas as informações contidas no produto torna possível um novo conceito mais simplificado, dentro de um processo de controle mais flexível, onde os computadores não mais se envolvem com o gerenciamento de nível inferior e com o intercâmbio de informações do estoque.

As informações residentes na memória das etiquetas podem ser acessadas pelo computador, sempre que necessário, para funções de gerenciamento global, enquanto outras funções são executadas pelos controladores de RFID.

3.3 O QUE É ETIQUETA INTELIGENTE OU TRANSPONDER

A etiqueta inteligente como é normalmente conhecida, ou transponder, é composta de uma antena e de um micro chip, disponíveis em diversos formatos, e que são aplicadas

em objetos ou produtos que se deseja identificar, funcionam a partir de um campo eletromagnético, onde ondas em determinadas frequências conseguem transmitir informações sem a necessidade de fios, e da etiqueta estar num raio de visão ou de ação de alguma pessoa [8].

Apesar de a etiqueta inteligente ter função muito parecida com o código de barras, que é amplamente usado nos centros de distribuição das empresas, e ser considerado um avanço tecnológico, cada vez mais se comprova que a etiqueta inteligente pode ser complementar ao código de barras, porque não é aplicável em todos os tipos de controles, e principalmente pelos investimentos necessários para a implantação do RFID.

A etiqueta inteligente utilizada no sistema de RFID possui um componente de memória que permite armazenar dados sobre o produto, tais como: data de fabricação, peso, quantidade, entre outras informações do produto.

São informações que podem ser inseridas na etiqueta no momento da fabricação, e que podem ser atualizadas a qualquer momento, durante a movimentação do item ao longo de seu consumo.

O uso da etiqueta inteligente utilizada na identificação por radio frequência, é dividida em duas categorias gerais: ativas e passivas, dependendo das características disponíveis em cada uma delas, conforme descrito a seguir [7]:

Etiqueta ativa: Possui sua própria fonte de energia, geralmente alimentada por bateria interna, que asseguram o processo de escrita e leitura, com melhor aplicação em artigos grandes e em distâncias maiores.

Podem operar na faixa de 455 MHz e 5,8 GHz, além de possibilitar a comunicação com distâncias de 20 a 100 metros.

Sua vida útil é estimada em dez anos. Esta categoria de etiqueta tem um custo mais alto do que os da etiqueta passiva.

Etiqueta Passiva: Com custo e tamanho consideravelmente menor que a categoria de etiqueta ativa, é à base do crescimento nas implantações de RFID.

Pelo fato de possuírem apenas 2Kbits de memória, dificulta as identificações complexas. Porém, muitos esforços estão sendo destinados para aumentar a capacidade de armazenamento desta etiqueta. A sua durabilidade é indeterminada.

O processo de leitura inicia-se quando a etiqueta recebe um sinal eletromagnético de um leitor.

A etiqueta armazena a energia do sinal em um capacitor, por meio de um processo chamado “junção indutiva”. Em seguida, transmite um sinal de retorno ao leitor com as informações armazenadas na etiqueta.

A comunicação entre o leitor e a etiqueta passiva, pode ser feita usando duas faixas de frequências para modular o sinal de ID. São elas: Baixa frequência (de 30 a 500 kHz), e alta frequência (850 a 950 MHz e de 2,4 a 2,5 GHz).

A grande diferença entre as duas frequências, é que em baixas frequências, a etiqueta passiva é capaz de transmitir seus dados apenas para pequenas distâncias.

Em altas frequências, à distância para a leitura entre a etiqueta ativa e o leitor podem ser aumentadas, porém o aumento é limitado por legislação e imposição dos governos e dos órgãos reguladores [7].

3.4 A LEITURA DA ETIQUETA

A etiqueta age como um mecanismo de controle de transporte entre as “ilhas de automação” no Centro de Distribuição. A etiqueta é fixada no próprio produto ou no palete (plataforma de madeira sobre o qual se empilha carga) do produto.

A etiqueta com as suas informações acompanham os produtos em todas as etapas, ou seja: são utilizadas nas movimentações, na jornada de fabricação, no manuseio dentro das instalações, e até mesmo no local de exposição para o consumidor.

O funcionamento da leitura da etiqueta ocorre da seguinte forma:

- As antenas são instaladas de maneira que possam gerar um campo magnético numa determinada área, como por exemplo, em uma doca de carregamento. Uma vez instaladas, as antenas geram esse campo eletromagnético, onde as etiquetas com uma determinada frequência serão interrogadas e estimuladas a se comunicarem com o leitor.
- Através do campo magnético gerado e da emissão de ondas eletromagnéticas, o leitor que está conectado na antena, irá interpretar as informações que estão sendo transmitidas pela etiqueta, ou passar informações que devam ser armazenadas nessa mesma etiqueta, caso a etiqueta possua capacidade de armazenar mais informações.
- Com o leitor conectado a um computador, as informações são transmitidas para o software que deverá tomar a ação programada, como por exemplo: mostrar os dados na tela, armazenar as informações no banco de dados, ou ainda qualquer outra reação programada, para quando determinado código por ali trafegar.

Para ilustrar, na fig.2 apresenta uma visão simplificada da transferência de dados em baixa-frequência, utilizando etiquetas passivas de RFID [7].

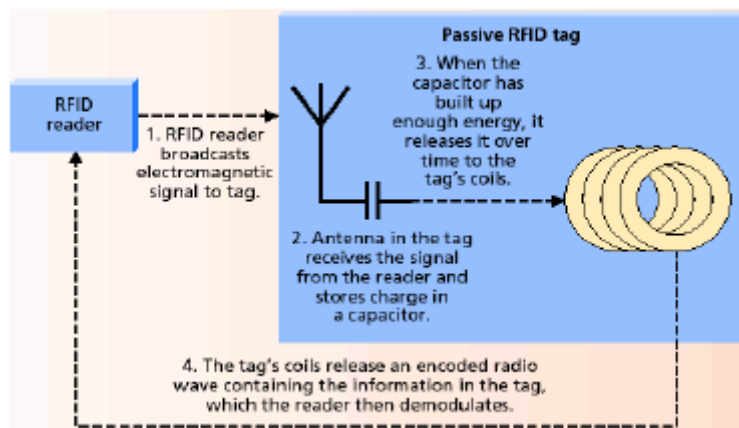


Fig.2: Etiqueta passiva RFID: transferência em baixa-frequência [7].

O EPC (Electronic Product Code) funciona como uma URL (Uniform Resource Location), que é um endereço único para cada produto. Ao ser interrogado pelo leitor, uma vez que esteja sob influência do campo magnético, um sistema conhecido como ONS (Object Naming Service), mapeia a informação na etiqueta e envia a mesma para o computador.

O ONS funciona da mesma forma que DNS (Domain Name Service) na Internet, sendo este o responsável em mostrar para o sistema onde estão às informações necessárias, e como ele deve fazer para ler ou gravar as informações.

Na prática, o que ocorre é que qualquer objeto dentro do raio de alcance do leitor que possuir um EPC (Electronic Product Code), o ONS (Object Naming Service) irá efetuar a leitura dos dados da etiqueta.

A linguagem utilizada para isso é a PML (Product Markup Language) que tem na internet uma linguagem similar, que é o XML (eXtensible Markup Language). A linguagem PML normal quando se fala em interação entre produtos físicos e sistemas, ou seja, é um código padronizado igualmente ao código de barras, com características que permitem o desenvolvimento de software com duas classes, para atender os diversos tipos de aplicações [10].

São estas as classes:

- EPC (Electronic Product Code), classe Zero com 96 bits exclusivamente para leitura;
- EPC classe UM com 256 bits para leitura e gravação.

Na fig.3 o formato que o código EPC (Electronic Product Code), classe Zero é gravado [10].

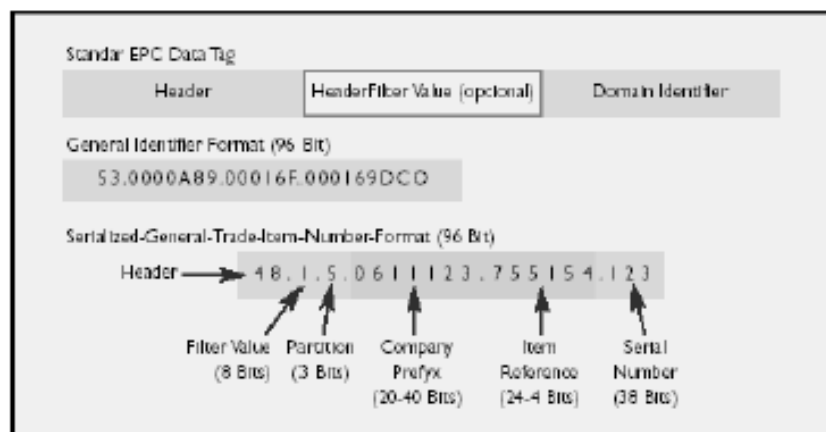


Fig.3: Formato EPC (Electronic Product Code) classe Zero [10].

4. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS RFID

4.1. QUANTO À FORMA DE TRANSMISSÃO

Antes de se planejar a utilização de um sistema RFID é de suma importância que se conheça as várias opções de configurações que podemos empregar para o seu funcionamento.

A transmissão de dados de qualquer sistema que utiliza RF é sujeita a influências do meio onde é construído ou instalado, ou dos canais onde passam os dados, incluindo sua principal interface, o ar. Ruído, interferência e distorção são as fontes de corrupção dos dados que ocorrem na prática nos canais de comunicação e devem ser levados em conta quando se deseja garantir um sistema livre de erros nos dados. Daí surgiu a necessidade de se estruturar uma forma de transmissão que minimize de fato essas possibilidades. Vários esquemas de codificação podem ser utilizados, cada um exibindo diferentes índices de performance.

Vale ressaltar que a característica fundamental do sistema RFID é permitir a comunicação independente de uma “visada direta” (acoplamento por RF). Entretanto, com frequências muito altas os sistemas passam a se comportar com maior direcionalidade; isto evidentemente gera a necessidade de se preocupar com o projeto de uma antena mais apropriada [17].

4.1.1. Alguns tipos de modulação de dados

Para se transmitir os dados de forma eficiente, e com eficiência no espectro, é necessário que ao dado seja sobreposto um campo variável (senoidal), ou onda portadora.

Este processo de sobreposição é referido como modulação, e vários esquemas estão disponíveis para este fim, cada qual tendo atributos particulares que favorecem ou desfavorecem o seu uso. Assim, para o sucesso de um sistema RFID, assim como qualquer outro desta natureza, é imprescindível escolher uma forma de se modular o sinal de forma que produza uma comunicação livre de erros e interferências, dada às limitações de potência e largura de frequência do canal.

Várias formas podem ser escolhidas para a modulação, e podem ser divididas em dois grandes grupos de acordo com a natureza do sinal a ser enviado: Digital ou Analógico.

4.1.1.1. Analógicos:

Os esquemas analógicos foram os primeiros a serem implementados, pois no início da história das telecomunicações os sinais modulares eram via de regra, analógicos (voz), e ainda não havia tecnologia suficiente para produzir dados de forma digital de forma satisfatória (o telégrafo era constituído de informação binária, mas era considerada pouco eficiente para grandes volumes de informação, e era produzido de forma manual) [10].

Estes esquemas se baseiam em transmitir ondas senoidais de frequência bem superior a do sinal modulante, proporcional em amplitude, frequência, ou fase. Isto facilita substancialmente, pois o sistema passará a transmitir ondas eletromagnéticas através de antenas muito menores, tanto quanto maiores forem as frequências. Podemos classificar alguns destes tipos:

- **AM – Amplitude Modulada** – Consiste em eleger uma frequência que determina uma onda portadora e realizar uma operação de convolução entre este sinal e a portadora; o sinal resultante possui as mesmas características de amplitude do sinal original, mas deslocado para a frequência central igual a da portadora. Este tipo de transmissão é bastante sensível a interferências, sobretudo nos instantes em que a amplitude do sinal modulante é menor, conforme na fig.3 abaixo.

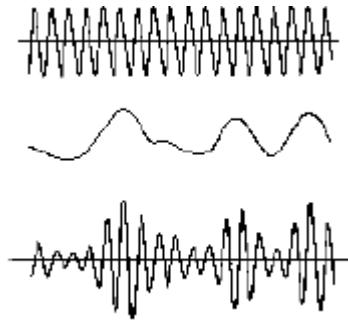


Fig.4 – Modulação AM [10].

- **FM – Modulação em Frequência** – Altera a frequência da portadora na proporção da variação da amplitude do sinal modulante, conforme na fig.5 abaixo.

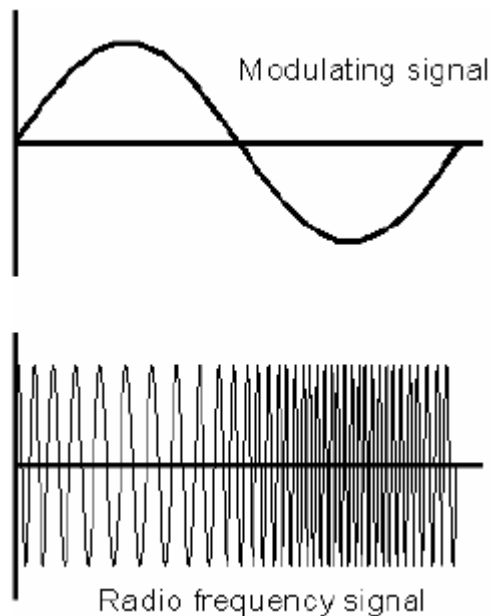


Fig.5 – Modulação FM [10].

- **PM – Modulação em Fase** – Faz com que a fase da onda portadora varie proporcionalmente com a variação da amplitude do sinal modulante, conforme na fig.6 abaixo.

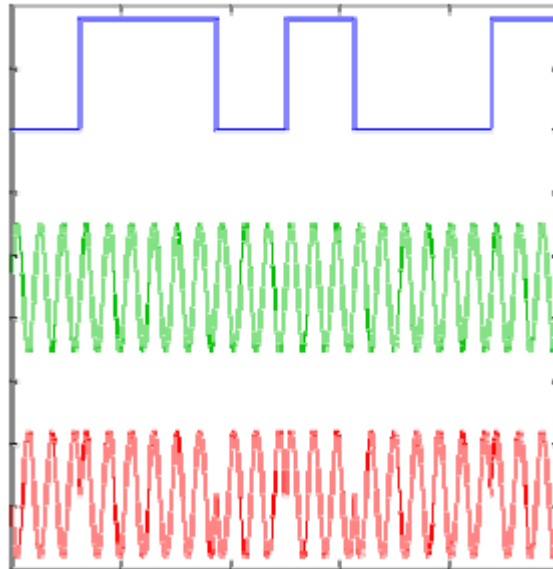


Fig.6 – Modulação PM [10].

4.1.1.2. Digitais:

Os esquemas digitais de transmissão surgiram com o desenvolvimento da tecnologia capaz de transformar os dados analógicos em códigos binários, mas continuam com o princípio da superposição ou convolução da frequência da portadora com a do sinal modulante (dados). Uma das vantagens dos sistemas digitais é a sua imunidade ao ruído, bem maior que a dos sistemas analógicos, além de ainda poder utilizar técnicas de correção de bits “defeituosos”.

Existe um grande número de formas possíveis de transmissão digital. Algumas novas tecnologias, entretanto, tem processos iguais diferenciando na forma que o código é manipulado. Podemos citar algumas delas, que poderão ser úteis em nosso estudo:

- **ASK – Modulação por Chaveamento de Amplitude** – É uma das técnicas mais simples de transmissão, pois condiciona a transmissão da portadora à presença ou não do dado (bit 1 ou 0), conforme a fig. 7 abaixo.

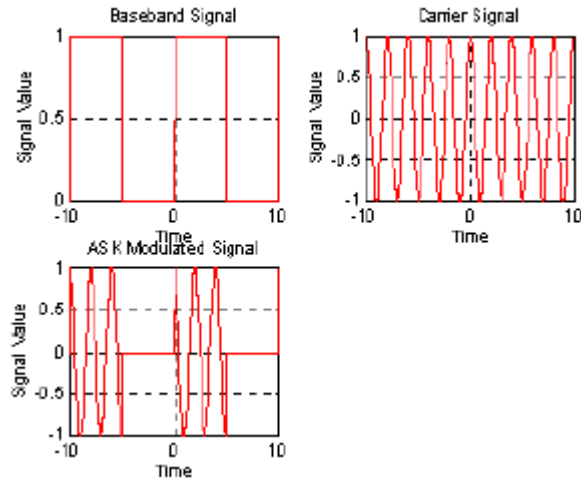


Fig. 7 – Modulação ASK [10].

- **FSK – Modulação por Chaveamento de Frequência** – Consiste em comutar a frequência da portadora entre dois valores fixos, a frequência nominal da portadora e outra pré-definida, de acordo com a presença ou não do dado de entrada, conforme a fig. 8 abaixo.

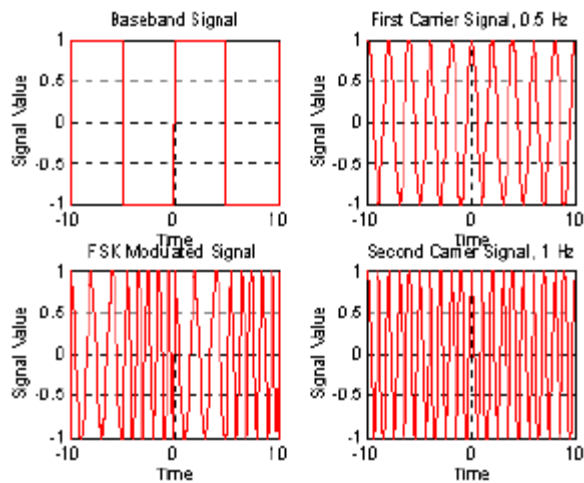


Fig.8 – Modulação FSK [10].

- **PSK – Modulação por Chaveamento de Fase** – Comuta a fase da portadora de acordo com a presença ou não do dado de entrada, conforme a fig. 9 abaixo.

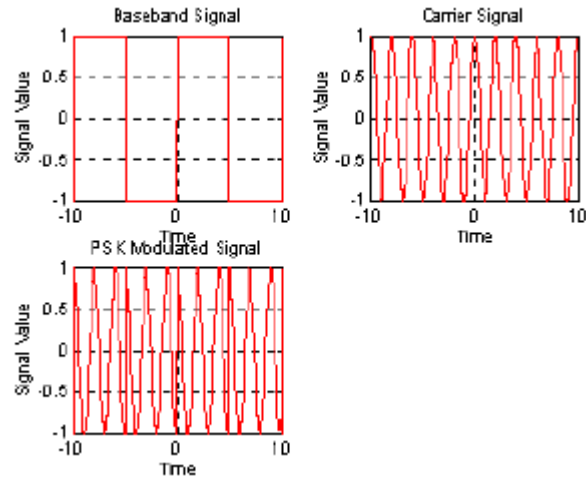


Fig.9 – Modulação PSK [10].

Há ainda outras técnicas um pouco mais elaboradas, como o DPSK, o QPSK e o QDPSK, cada qual com algumas variações e sub-tipos, além do QAM, que modifica simultaneamente a amplitude e a fase da portadora, combinando os esquemas ASK e PSK.

Todos os sinais tratados neste estudo são, por sua natureza, digitais. Essa natureza nos permite escolher entre uma grande variedade de tipos de codificação diferentes. A seguir, analisaremos alguns esquemas de codificação comumente empregados em sistemas RFID.

4.2. FREQUÊNCIAS DA PORTADORA

Em sistemas de comunicação sem fio um parâmetro muito importante a ser considerado é a frequência do sistema. A frequência portadora é sempre muito maior que a frequência de transmissão dos dados efetivamente falando. Isto requer, e isso é geralmente controlado pela legislação do país ou estado, que diferentes partes do espectro eletromagnético sejam reservados, de acordo com o propósito de utilização do sistema. Ainda não há nenhuma norma internacional de referência que seja amplamente aceita, mas algumas normas já são respeitadas, para fins de compatibilidade comercial.

Três intervalos de frequência são geralmente utilizados pelos sistemas RFID: Baixa intermediária (média) e alta frequência. A tabela 1 mostra estes três intervalos de frequência, suas características e exemplos de aplicação, conforme o caso.

Faixa de Frequência	Características	Aplicações típicas
Baixa 100-500 kHz	Curto a médio raio de leitura Baixo custo Baixa velocidade de leitura	Controle de acesso em geral Identificação de animais Depósitos de almoxarifados Garagens de veículos
Intermediária 10-15 MHz	Curto a médio raio de leitura Custo considerável Média velocidade de leitura	Controle de acesso especial Smart cards
Alta 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz	Grande raio de alcance Leitura em alta velocidade Linha de vista necessária Caro	Monitoramento de veículo em trânsito Aplicações mais sensíveis

Tabela 1. Principais bandas de frequência e aplicações [18].

Um grau de uniformidade está aos poucos sendo criado para o uso das frequências das portadoras, através de três áreas de regulação, Europa e África (Região 1), Américas do Norte e do Sul (Região 2) e Leste e AustralÁsia (Região 3). Assim, cada país passa a gerenciar suas alocações de frequência dentro de seus próprios padrões ou seguindo o padrão da sua respectiva região.

Estas três frequências de portadora têm recebido maior atenção e tem sido as mais exploradas comercialmente em sistemas RFID. Entretanto, existem oito bandas de frequência em uso em todo o mundo, para aplicações RFID. As aplicações usando estas frequências estão listadas na tabela 2. Nem todos os países do mundo têm acesso a todas as bandas de frequência listadas abaixo, assim como há países que tem estas bandas reservadas para outros usos. Dentro de cada país e dentre de cada faixa de frequência há regras específicas que regulam seus usos. Estas regras podem ser aplicadas aos níveis de potência e interferência assim como a tolerâncias nas faixas de frequências.

Faixa de Frequência	Aplicações e comentários
Em volta de 135 KHz	Uma vasta gama de produtos estão disponíveis para vários tipos de aplicação, incluindo identificação animal (animal tagging), controle de acesso e outras em que a velocidade de leitura não é crítica. Sistemas RFID que operam nesta faixa não necessitam de licença em muitos países.
1.95 MHz, 3.25 MHz, 4.75 MHz, e 8.2 MHz	Vigilância eletrônica de artigos (<i>Electronic article surveillance – EAS</i>), usado em lojas ou estoques de qualquer natureza.
Cerca de 13 MHz, 13.56 MHz	Sistemas EAS e ISM (<i>industrial, Scientific and Medical – Científico, Industrial e Médico</i>).
Aproximadamente 27 MHz	Aplicações ISM.
430 – 460 MHz	Aplicações ISM especificamente na Região 1.
902 - 916 MHz	Aplicações ISM especificamente na Região 2. Nos EUA esta banda é bem organizada com muitos tipos de aplicação e com diferentes níveis de prioridade. A banda tem sido dividida em canais banda estreita (narrow band) e banda larga (wide band). Na Região 1 as mesmas frequências são usadas pela rede telefônica GSM.
918 – 926 MHz	RFID na Austrália para transmissores com potência irradiada menor que 1 watt.
2350 – 2450 MHz	Uma banda ISM reconhecida na maior parte do mundo. A norma IEEE 802.11 reconhece esta banda com aceitável para

	comunicações de RF tanto em faixa larga como estreita para os sistemas em uso.
5400 – 6800 MHz	Esta banda é reservada para usos futuro.

Tabela 2. Outras bandas de frequências e suas aplicações [10].

4.3. TAXA DE TRANSFERÊNCIAS DE DADOS E LARGURA DE BANDA

A escolha da frequência do campo ou da onda portadora é de extrema importância para se determinar a taxa de transferência de dados. Em termos práticos a velocidade da comunicação dos dados depende desta frequência entre o Tranceiver (leitor) e o Transponder (TAG); em geral, quanto maior a frequência, maior será a velocidade que poderá ser alcançada. Está também intimamente ligado com o espectro da frequência disponível para o processo. Em canais de banda estreita a limitação da taxa de dados é uma consideração importante. Usando o canal banda larga de 2.4 – 2.5 Ghz, por exemplo, velocidade de 2 Mbits/s podem ser alcançadas, com a adição de um sistema de imunidade a ruídos apropriado. Como é necessário garantir uma transmissão com baixas perdas de dados, devemos nos preocupar com a largura de banda do canal.

4.4. ALCANCE E NÍVEIS DE POTÊNCIA

O raio de alcance que pode ser alcançado em um sistema RFID é essencialmente determinado pelos fatores:

- A potência disponível a que o leitor/interrogador comunica com o TAG;
- A potência disponível ao TAG para responder ao comando ou enviar uma informação.
- As condições de operação e estruturas físicas, sendo mais significantes para frequências maiores.

Embora o nível de potência disponível seja o parâmetro primário do alcance, a maneira e a eficiência com a qual a potência é oferecida também influi no desempenho. O campo ou a onda que é irradiado da antena e se estende pelo meio sofre atenuação com a distância.

Em um espaço livre de obstáculos ou mecanismos de absorção a potência do sinal reduz-se, em proporção, com o quadrado da distância. Para uma onda se propagando em uma região favorável a reflexões, essa redução pode ser ainda mais drástica. Onde diferentes caminhos são percorridos devido a reflexões o fenômeno é conhecido como “multi-path attenuation”, ou atenuação por caminhos múltiplos. Quando há um certo número de obstáculos refletivos (como os de metal) encontrado dentro da aplicação a ser considerada, e ainda pode variar em número no decorrer do tempo, pode ser necessário estabilizar estas variações nas características do sistema através de um estudo apropriado destes impactos.

A potência utilizável pelo TAG , via de regra, menor que a da saída do leitor, requerendo uma capacidade de detecção mais sensível do leitor quando da chegada da resposta. Em alguns sistemas o leitor constitui um receptor separado do interrogador ou transmissor, particularmente se a frequência do “up – link” (do transmissor para o TAG) é diferente da frequência do “down – link” (do TAG para o leitor).

Embora seja possível a escolha de níveis de potência para satisfazer as necessidades da aplicação, não é possível ter uma liberdade completa de escolha. Uma das razões, além das limitações da legislação de cada país, é que o TAG possui limitações práticas de utilizar potências maiores. Os valores atuais de utilização para os sistemas RFID atuais são de 100 a 500 mW.

4.5. QUANTO AOS DADOS ARMAZENADOS E INFORMAÇÕES FÍSICAS

A memória de um transponder pode incluir somente memória de leitura (ROM), leitura/escrita (RAM) ou memória programável não-volátil para armazenamento de dados, que depende do tipo e sofisticação do dispositivo.

A memória ROM é usada para armazenar os dados de segurança e as instruções de sistema operacional do transponder, que junto com o processador, ou processando porções de lógica com funções internas como resposta, permitem que dados possam ser utilizados.

A memória RAM é usada para facilitar o armazenamento de dados temporários durante o processo de interrogação do TAG e a resposta.

A memória programável não-volátil pode ter várias formas, sendo típico o tipo eletricamente programável somente para leitura – (EEPROM). É usado para armazenar os dados no transponder e necessita ser não-volátil para assegurar que os dados fiquem guardados quando o dispositivo está em seu ou estado de standy-by (repouso, sem operação).

Qualquer tipo de transponder, por conter um microchip, requer, evidentemente, algum tipo de energia sem o qual não pode operar. Essa energia é, via de regra para os TAGs atuais, muito pequena, da ordem de apenas alguns microwatts a alguns miliwatts, no máximo.

Existem, portanto, dois tipos de transponders: aqueles que operam com uma bateria, recarregável ou não, e aqueles que operam sem qualquer fonte adicional de energia.

Este primeiro grupo são os chamados TAGs ativos, e sempre estão associados a sistemas que operam com uma distância maior, muitas vezes da ordem de alguns metros. Esta vantagem deve ser balanceada ao confrontarmos com o aumento no custo do TAG como um todo, e no aumento de seu volume, mesmo contando com baterias tipo miniatura tipo as de Ni-Cr que possuem tamanho muito reduzido e duração de até 10 anos. Em geral, TAGs ativos permitem maior alcance de comunicação do que pode ser esperado para dispositivos passivos, melhor imunidade a ruído e taxas de transmissões de dados mais altas.

O segundo grupo é composto pelos chamados TAGs passivos, que não tem fonte externa de energia. Poderíamos, inicialmente, questionar: “De onde provém a energia?”. O segredo deste sistema é que o circuito retira a sua energia do campo da portadora, retifica esta tensão, regula, caso seja uma tensão maior que a desejada, e a armazena em um capacitor interno ao circuito, que garante alimentação nos instantes em que a portadora não

garantir energia suficiente. Sensibilidade e necessidade de orientação também podem ser fatores de limitantes de uso. Apesar destas limitações, TAGs passivos oferecem vantagens em termos de custo e longevidade. Eles têm uma vida quase indefinida e são geralmente mais baratos que TAGs ativos.

Em termos de capacidade de dados podemos encontrar TAGs que satisfaçam todas as necessidades mais comuns de aplicações comerciais, desde alguns bits (ROM – somente leitura) até vários Kbits. Os dispositivos de somente leitura são essencialmente para propósitos de vigilância.

Dispositivos caracterizados por capacidade de armazenamento de dados superiores podem ser tanto programáveis pelo fabricante, de forma personalizável ao usuário, ou reprogramável pelo operador. São utilizados para guardar dados como números de série, textos informativos e outras informações gerais. TAGs que possuem capacidades de armazenamento de dados a partir de 64 Kbits são classificados como portadores para arquivos de dados portáteis.

Atualmente os TAGs RFID encontrados no mercado possuem uma variedade larga de formas físicas, tamanhas e invólucros. Os utilizados na identificação de animais, inseridos em baixo da pele podem ser tão pequenos quanto um grão de milho. Podem ser redondos, quadrados, em formato de cartão, e até mesmo finos como etiquetas de lojas.

O custo de produção depende do tipo e quantidades que são compradas, obviamente. Para quantidades grandes (dezenas de milhares) o preço pode variar de menos de alguns poucos centavos para TAGs simples até dezenas de dólares para os dispositivos maiores e mais sofisticados.

A complexidade de recursos e funções do circuito, forma de construção e capacidade de memória influenciarão também no dispositivo leitor, bem como no planejamento do software.

A maneira na qual o TAG é instalado também pode influenciar no custo.

Algumas aplicações onde podem ser esperados ambientes severos, como moinhos de açude, minas, e pintura de chassi de carro, requererá um dispositivo mecanicamente mais robusto, resistentes a produtos químicos e temperaturas não comuns.

4.6. SEGURANÇA

Existem tipos diferentes de mecanismos de segurança usados em cartões inteligentes. Aqueles necessários para um cartão de memória são menos sofisticados do que aqueles para um cartão microprocessado. O acesso à informação contida em um cartão inteligente pode ser controlada de duas maneiras:

Quem pode acessar a informação (todos, o proprietário ou terceiros).

Como pode a informação ser acessada (somente leitura, adicionada, atualizada ou apagada).

4.6.1. Acesso à informação

- Todos – alguns cartões inteligentes não requerem nenhuma senha. Qualquer um que porte o cartão pode ter o acesso (por exemplo, o nome do paciente e o tipo sanguíneo em um Cartão de Saúde podem ser lidos sem o uso de senha).

- Somente o Proprietário – a forma mais comum de senha para o proprietário do cartão é um PIN (Personal Identification Number), um número de 4 ou 5 dígitos que é digitado num teclado numérico. Conseqüentemente, se um indivíduo desautorizado tentar usar o cartão, se bloqueara após 3 tentativas mal sucedidas de apresentar o código PIN. Alguns tipos mais avançados de senhas estão sendo desenvolvidos.
- Somente Terceiros – alguns cartões inteligentes somente podem ser acessados pelo grupo que o emitiu (por exemplo, um moedeiro eletrônico pode somente ser recarregado pelo banco emissor).

4.6.2. Atributos da informação

A informação em um cartão inteligente pode ser dividida em diversas seções:

- Informação que é somente leitura;
- Informação que é somente adicionada;
- Informação que é somente atualizada;
- Informação sem acesso disponível.

4.6.3. Criptografia

Um cartão inteligente pode restringir o uso da informação a uma pessoa autorizada com uma senha. Entretanto, se esta informação for transmitida por radio, rede ou pelo telefones, uma proteção adicional é necessária.

Uma forma de proteção é a criptografia, que é como traduzir a informação para alguma língua estrangeira desconhecida. Alguns cartões inteligentes são capazes de criptografar e descriptografar (traduzir de volta de uma forma compreensível) de modo que a informação armazenada possa ser transmitida sem comprometer a confiabilidade.

Os cartões inteligentes podem criptografar bilhões de combinações diferentes, e escolhendo uma combinação diferente ao acaso cada vez que se comunicam. Este processo de autenticação assegura que somente cartões genuínos e os computadores são usados, fazendo com que fraudes sejam virtualmente impossíveis.

As aplicações com Smart Card possuem alta segurança, uma vez que para acessar os dados de um cartão existe a necessidade de autenticação com um módulo SAM (Secure Application Module), garantindo desta forma que os cartões são verdadeiros. Os dados que trafegam durante a autenticação são criptografados (3-DES e RSA).

Este modulo SAM de aplicações pode ser utilizado somente para autenticação do cartão do usuário ou também como acumulador de transações. Por exemplo, em uma aplicação de venda num estabelecimento comercial, o log de todas as vendas vai sendo registrado no cartão, e quando estiver cheio ou então no final do dia, este log é transferido do cartão em uma retaguarda.

Ao armazenarmos dados na memória de um cartão, podemos ter algumas formas de criptografia (podemos usar uma ou mais formas simultaneamente):

- Embaralhamento dos bits a serem enviados, através de alguma lógica ou fórmula proprietária;
- Embaralhamento dos bytes a serem enviados;

- Armazenamento de códigos ao invés de dados textuais ou valores. Estes códigos só podem ser interpretados pelo operador.

A forma de armazenamento de dados do cartão é organizada em diretórios e arquivos, com as seguintes particularidades:

- Para entrar em um diretório há necessidade de autenticação;
- Quando um diretório é criado, alguns arquivos são criados automaticamente (autenticação, senha, controles);
- Em alguns tipos de cartões, existem parâmetros de controle, que são definidos na criação do diretório ou do arquivo;
- Número de tentativas erradas de senha para bloquear o cartão;
- Número máximo de desbloqueios do cartão.

5. VANTAGENS E DESVANTAGENS NO USO DO RFID

A tecnologia de RFID não tem a pretensão de substituir o código de barras ou outra tecnologia de identificação em todas as suas aplicações.

A tecnologia de radio frequência deve ser vista como um meio adicional de identificação, utilizado em aplicações onde o código de barras e outras tecnologias de identificação, não atendam a todas as necessidades.

Informando, que a tecnologia de RFID pode ainda ser usada sozinha ou em conjunto com outras tecnologias de identificação. É necessário avaliar as vantagens e as desvantagens existentes em cada uma, para aproveitar os melhores benefícios de cada tecnologia e montar uma solução ideal [11].

O uso das etiquetas inteligentes, é mais aderente nos processos de movimentação de produtos nos centros de distribuição, e no abastecimento do varejo, porque apesar da complexidade existente em cada processo, quanto ao atendimento dos clientes, e as particularidades existentes em cada empresa no controle da movimentação de estoques, as etiquetas inteligentes asseguram a redução dos custos operacionais em qualquer situação.

Onde pode oferecer outros benefícios após uma análise para o entendimento das necessidades, e a partir daí, alinhar inteligentemente os processos internos e externos, com os parceiros buscando a melhor aderência da tecnologia de RFID, e dos sistemas de informações disponíveis, para oferecer a visibilidade em “real time” das informações.

Assim, a implantação da tecnologia que utiliza as etiquetas inteligentes, além dos benefícios já mencionados, pode assegurar a acuracidade das informações para o planejamento de compras e de reposição dos estoques, ressalta Vivek [12].

5.1 VANTAGENS NO USO DO RFID

Além da eliminação dos erros de escrita e leitura e dados, podem ser enumeradas outras vantagens com o uso da tecnologia de RFID, em relação às outras tecnologias de identificação e coleção de dados existentes [11].

São estas algumas das vantagens:

- Assegurar operação segura em ambiente severo (lugares úmidos, molhados, sujos, corrosivos, altas temperaturas, baixas temperaturas, vibração, choques);
- Controle com precisão, de todos os bens, desde que possuam as etiquetas inteligentes;
- Operação sem contato e sem necessidade de campo visual, e etiquetas com grande variedade de formatos e tamanhos;
- Aplicação de etiquetas ativas com capacidade de armazenamento para leitura e envio dos dados;
- Reconhecimento da etiqueta inteligente sem a necessidade de proximidade da leitora;
- Durabilidade das etiquetas com a possibilidade de reutilização;
- Contagem instantânea;
- Precisão nas informações;
- Velocidade na expedição de produtos;
- Facilidade para localização dos itens;
- Controle eficiente na validade dos produtos;
- Prevenção contra roubo e falsificação.

5.2 DESVANTAGENS NO USO DO RFID

- O custo elevado da tecnologia RFID e dos equipamentos, quando comparados com os sistemas de código de barras. Este é um dos principais obstáculos para o aumento de sua aplicação comercial. Atualmente, uma etiqueta inteligente custa nos EUA cerca de US\$ 0.25, para compra em lotes de um milhão de chips. No Brasil, segundo a ABAC (Associação Brasileira de Automação Comercial), esse custo é de aproximadamente R\$ 0,50. Comparando com a impressão do código de barras, a etiqueta do RFID custa até 10 vezes mais;
- O uso em materiais metálicos e condutivos pode afetar o alcance de transmissão das antenas. Como a operação é baseada em campos magnéticos, o metal pode interferir negativamente no desempenho. Entretanto, encapsulamentos especiais podem contornar esse problema, fazendo com que automóveis, vagões de trens e contêineres possam ser identificados resguardados as limitações com relação às distâncias de leitura;

- Nesse caso, o alcance das antenas depende da tecnologia e frequência utilizada, podendo variar de poucos centímetros a alguns metros (cerca de 30 metros), dependendo da existência ou não de barreiras;
- Falta a padronização das frequências, que esta ainda em andamento;
- Invasão de privacidade, quando as etiquetas são utilizadas como propósito de rastrear os produtos da origem até o consumidor final;

6. COMPARAÇÃO DO RFID COM O CÓDIGO DE BARRAS

A tecnologia mais óbvia que é comparável a RFID para muitas áreas de aplicação, é o código de barras. Ambas as tecnologias envolvem a adição de uma identificação através de etiquetas a um artigo, que contém informações que permitem serem identificadas por um sistema de computador.

Um sistema projetado para identificar objetos baseados em etiqueta de RFID (Radio Frequency Identification), tem inúmeras vantagens sobre o sistema de código de barras convencionais [13]:

- Diferentemente da etiqueta de RFID que podem ser reaproveitadas, a etiqueta de código de barras uma vez definida, é impressa e fixada uma única vez no objeto ou produto que se deseja identificar;
- A amplitude para leitura do RFID é maior do que a do código de barras;
- Com a etiqueta de RFID, é possível rastrear o item no estoque para verificar o tempo de armazenagem, ou associar a informação ao processo de fabricação. Isto não é possível com a utilização do código de barras;
- A etiqueta de RFID permite atualizar informações no armazém com os artigos em movimento, mantendo informações importantes na etiqueta, e nos sistemas de informações, disponibilizando-as a qualquer ponto de consulta eletrônica;
- Código de barras tem que ser “lidos” através de “scanners”, deliberadamente por uma pessoa, sendo difícil automatizar esta ação. Por outro lado, a utilização de RFID permite a leitura através dos “scanners”, sem envolvimento humano, com a obtenção dos dados continuamente, o que significa leituras menos caras e mais precisas;
- A etiqueta de RFID pode ser lida em grande quantidade, simultaneamente, enviando os dados para um computador, ao invés de leitura individual como exige o código de barras;

- Etiqueta de código de barras exige uma linha de visão, enquanto a etiqueta de RFID, pode ser lida desde que esteja dentro da amplitude de radia-freqüência dos leitores em qualquer direção;
- Os leitores de RFID podem se comunicar simultaneamente com múltiplas etiqueta inteligente, em razão da capacidade do leitor para capturar o conteúdo de uma remessa inteira, identificando a localização no armazém ou nos recipientes de transportes, com capacidade de selecionar detalhes das informações em uma passagem, sem a necessidade de interromper o fluxo da movimentação dos produtos;
- Etiqueta de Código de barras, não trabalha quando exposta a elementos líquidos, corrosivos, sujos, que danificam ou interferem de qualquer forma o material da etiqueta;
- Etiqueta de RFID recebe as informações que devem conter na etiqueta, e podem ser alteradas e modificadas, permitindo inúmeros controles tais como o tempo de armazenamento, leitura clara fora da linha de visão, inclusive em ambientes severos;
- A etiqueta inteligente pode armazenar mais dados que o código de barras, significando grande vantagem no processo de armazenamento e movimentação dos produtos;

Além da tecnologia de RFID (Radio Frequency Identification), e sistemas de controle através de etiqueta com código de barras, há também inúmeras outras tecnologias que podem ser utilizadas de modos semelhantes, para armazenar informações ou identificar objetos.

Estas tecnologias incluem faixa magnética e sistemas de contato, para armazenamento das informações em sistemas computacionais [13].

Na Tabela 3, demonstra resumidamente as principais características de algumas tecnologias das etiquetas de identificação.

Características	Tecnologia de Etiquetas			
	RFID Passivo	Código de Barras	Faixa Magnética	Memória de Contato
Capacidade de Dados	Alta	Média	Baixa	Alta
Visibilidade Humana	Invisível	Visível	Visível	Visível
Identificação Simultanea	Sim	Não	Não	Não
Robustez	Alta	Baixa	Média	Média
Distância para Operação	Alta	Média	Baixa	Baixa
Exige contato direto?	Não	Sim	Não	Sim
Problemas com objetos metálicos	Sim	Não	Sim	Sim
Custo do Leitor	Alto	Médio	Baixo	Baixo

Tabela 3- Características das diversas tecnologias de etiquetas [13].

Considerando a utilização da tecnologia de etiqueta inteligente, apresenta no quadro comparativo da tabela 2, as vantagens claras da tecnologia de RFID, sobre as demais que foram comparadas.

A leitura sem a visibilidade humana, bem como a identificação simultânea de diversos produtos, são características disponíveis na tecnologia de RFID [13], e de vital importância na movimentação de produtos.

Portanto apesar dos investimentos exigidos para a implantação da tecnologia de RFID, os resultados e as vantagens evidenciadas, justificam o projeto que assegura melhorias consideráveis nos processos, precisão nos inventários, e conseqüentemente a redução de mão de obra e dos custos inerentes à automatização.

Juntamente com Robert X. Gal, Ph.D. da Technical University of Berlin, Alemanha, e outros colegas do IEEE Computer Society não citados no artigo, admitem que a identificação de etiqueta por radio frequência, é superior ao código de barras no fluxo de inventário pelo menos em quatro pontos [7]:

1. Não exige campo com visibilidade humana para leitura da etiqueta;
2. A operação de leitura é efetuada á distância;
3. Permite a identificação simultânea de diversos produtos;
4. Robustez e velocidade no processo de leitura e identificação.

7. DESAFIOS E BARREIRAS PARA O SUCESSO DO RFID

São inúmeros os desafios tecnológicos e as barreiras existentes que devem ser superados para o sucesso da implantação da tecnologia de RFID.

Estes desafios exigem mudanças e definição de normas, principalmente para as áreas de TI (Tecnologia da Informação), que colaboram significativamente para a superação destes desafios, com a adaptação dos sistemas legados.

Nos itens seguintes, para as companhias que estão estudando a implantação desta tecnologia, algumas considerações que devem ser observadas, e que contribuirão para o sucesso da implantação [13]:

7.1 ARMAZENAMENTO DOS DADOS E ACESSO

Com as quantidades de dados que serão geradas, considerando a localização de todos os objetos ao nível de artigo individual, e para que tenham acesso rápido, será necessário o armazenamento destes dados em bancos de dados distribuídos, assegurando com isso, desempenho no acesso para manutenção e consulta executada pelos usuários da tecnologia.

Para companhias que iniciaram o uso da tecnologia de RFID em bancos de dados não distribuídos, o laboratório de Auto-ID da Universidade de Cambridge (UK),

desenvolveu estratégias para orientar a migração dos dados, especialmente para situações onde a massa de informações existentes começa a comprometer a fidelidade.

7.2 PRECISÃO

As exigências crescentes de confiabilidade e precisão das informações, obtidas em tempo real pelos sistemas de coleta de dados, e disponibilizadas para os usuários dos sistemas de informações existentes, precisam ser continuamente aprimorados para garantir a precisão. Este é o desafio para os fabricantes das leitoras e das etiquetas de RFID, que precisam ser avaliadas no processo de implantação e continuamente para assegurar a precisão absoluta nos processos em que são aplicados a tecnologia e seus componentes.

7.3 INTERFERÊNCIA

Com a proliferação dos dispositivos sem fios, tais como: wireless, telefones móveis, PDAs, dispositivos de eletrônica para o consumidor, entre outros, há um potencial problema de interferência eletromagnética com sistemas de RFID.

Isto pode ser particularmente importante, se a tecnologia de RFID não tiver a sua própria faixa de frequência dedicada na maioria das jurisdições, ou a normalização das faixas para operação compartilhada com outros usuários.

O desafio para este item é a normalização do uso das frequências, que está sendo tratado pelos órgãos competentes.

Enquanto isso não ocorre, é necessário um trabalho de análise das faixas que melhor irá atender a tecnologia de RFID, no ambiente em que será utilizada.

7.4 INTEGRAÇÃO DAS COMPANHIAS

Em razão da falta de uma padronização das informações e de normas comuns para a tecnologia de RFID, muitas empresas apresentam dificuldades em adaptar os seus sistemas legados para a nova tecnologia, bem como prover informações padronizadas para as demais empresas, resultando com isso, em um desafio para adaptar seus sistemas legados às novas exigências tecnológicas exigidas para a integração.

Com o apoio da área de Tecnologia da Informação, este desafio pode ser superado, através da adaptação dos sistemas legados da empresa.

7.5 ETIQUETAS PARA ARTIGOS ESPECIAIS

Convém enfatizar que o desempenho de um sistema de RFID é totalmente dependente do tipo de objeto que é etiquetado e do ambiente no qual aquele objeto precisa ser identificado.

Objetos com metais ou conteúdo líquido, por exemplo, e que absorvem a energia de RF (Radio Frequência) emitida por um leitor comum, podem comprometer o desempenho da tecnologia de RFID, em razão dos componentes existentes nestes objetos.

Para estas situações recomenda-se a análise de etiquetas resistentes, desenvolvidas para operação nestes ambientes, e que permitem adaptações para o uso, visando com isso assegurar a precisão em ambientes severos.

7.6 LEGISLAÇÃO DE RF (RADIO FREQUÊNCIA)

Sistemas de RFID operam tradicionalmente em regiões do espectro de rádio sem licença. Isto significa que o leitor de RFID deve seguir alguns princípios operacionais básicos, para ser operado sem a necessidade de uma licença de transmissão de radio especial, dos órgãos competentes.

Os governos nacionais são responsáveis para definir quais partes do espectro de rádio podem operar sem licença, e destes, quais são satisfatórios para os sistemas de RFID.

Infelizmente, devido a razões históricas, todos os governos não têm as mesmas distribuições, e o processo de correção através da padronização é de longo prazo.

Enquanto isso, a superação desta dificuldade deve ser definida após estudo preliminar do ambiente e local da instalação.

7.7 RECICLAGEM DAS ETIQUETAS DE RFID

O processo de reciclagem das etiquetas inteligentes de RFID não é simples, porque em muitos produtos a etiqueta de RFID pode estar embutida no produto. Se uma etiqueta de RFID é embutida em um produto ao invés de somente fixá-la, então para tal produto, deve haver um procedimento de retirada desta etiqueta para reaproveitamento. Para aqueles produtos cujas etiquetas foram apenas fixadas, o processo de reaproveitamento é mais simples.

Os materiais que formam a etiqueta de RFID, principalmente o silicone e a antena metálica, são compatíveis com o processo de reciclagem, efetivando assim a operação de reciclagem desejada, e reduzindo o custo das etiquetas.

7.8 SAÚDE E SEGURANÇA (EXPOSIÇÃO A RADIO FREQUÊNCIA)

No passado o leitor de RFID desenvolvido, não foi suficientemente difundido. Houve mudanças, tanto com os trabalhadores, como o público em geral que entra em contato com a tecnologia, trazendo novas preocupações com a saúde, buscando esclarecer quais os impactos e os possíveis danos, causados pela exposição humana às ondas de rádio geradas pelos leitores, que são cada vez mais elevadas.

No entanto, estudos realizados até o momento, demonstram que não há nenhuma evidência de dano potencial para a saúde humana, quanto à exposição, sendo esta considerada da mesma maneira que temos com a exposição da radiação do telefone móvel. Os estudos continuam, e buscam melhorias e entendimentos sobre eventuais impactos nesta área.

7.9 DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADE CRIMINAL

Como a tecnologia evolui, há uma tendência dos processos eletrônicos reduzirem cada vez mais as operações manuais. O lado ruim desta evolução, é que estas operações e seus respectivos processos, podem se tornar mais abertos e propiciar certos abusos em razão desta abertura. Este é um ponto de atenção que deve ser observado para a implantação das regras de segurança, visando controlar os perfis dos usuários, as permissões para manutenção dos parâmetros, a monitoração e o rastreamento de todas as operações críticas executadas no sistema.

Fazendo uma analogia, podemos citar o exemplo da proliferação do “spam”, através de e-mail, carregando vírus de computador, que podem ser transmitidos facilmente, com custo baixo pelas mídias eletrônicas. A tecnologia de RFID, apesar dos cuidados, também pode ser utilizada em processos ilícitos.

Igualmente é possível imaginar, determinados sistemas eletrônicos que confiam na tecnologia de RFID, e que geram informações para administrar operações, teoricamente seguras nas companhias, e que devido à manipulação intencional do espectro de rádio, as informações coletadas através das etiquetas de RFID podem ser enganosas ou desviadas.

7.10 O CUSTO DOS COMPONENTES DE RFID

A uma previsão de que nos próximos cinco anos, os custos das etiquetas de RFID, e dos leitores deverão reduzir, assim como a tecnologia deverá evoluir para melhorar os processos.

Porém nos tempos atuais, os custos continuam sendo os prováveis limitadores da adoção da tecnologia, limitando as companhias a aplicar a tecnologia de RFID com as etiquetas inteligentes somente nos pedágios, nos bens ativos, e nos artigos de alto valor. Também é utilizado como dispositivo eletrônico de segurança em produtos, em área livre do consumidor, ou lojas de departamento.

Apesar dos benefícios que podem ser alcançados, a conclusão é que a limitação da expansão desta tecnologia, ainda são os investimentos exigidos para a implantação. Em um projeto para viabilizar a implantação da tecnologia, a sugestão é calcular os investimentos, levantar os benefícios, as estimativas de redução de custos, para calcular o tempo de retorno destes investimentos.

7.11 CUSTO DE INTEGRAÇÃO

Além dos custos de desenvolvimento diretos da tecnologia de RFID, haverá um custo alto associado com a integração de sistemas na área de TI (Tecnologia da Informação), em razão de que os sistemas legados normalmente, não foram projetados para lidar com a geração das informações em tempo real.

O desafio da adaptação dos sistemas legados, para integrar a nova tecnologia, passa muitas vezes, por processos complexos de mudanças e que se não executados, podem inviabilizar a evolução tecnológica. Os custos destas adaptações em determinadas situações podem exigir investimentos consideráveis das companhias.

8. APLICAÇÕES

A usabilidade de um sistema RFID, como já descrito pode ser das mais diversas. O intento deste capítulo é reunir áreas e especificar nelas onde um sistema de RFID se encaixa.

8.1. ÁREAS

8.1.1 Smart Cards

Os primeiros cartões plástico apareceram na década de 50, através do Diners Club, o primeiro cartão de crédito lançado. Na década de 70, devido ao rápido desenvolvimento de semicondutores, foi possível integrar um dispositivo de memória e uma lógica de proteção através de um chip de silício, idéia que foi patenteada em 1968. A primeira geração de Smart Cards data da década de 80, através dos Smart Cards para telefone, na França. A partir dos anos 80 então houve a tentativa de cartões sem contato, mas devido à tecnologia da época, que requisitava uma grande antena com vários enrolamentos além dos capacitores, tornava a expansão desse tipo de tecnologia impossível.

Nos primeiros anos da década de 90 foram desenvolvidos transponders operando na faixa de 13.56 MHz, que requisitavam uma quantidade bem menor, cinco enrolamentos, permitindo um cartão mais fino. Hoje os Smart Cards são divididos em três grupos, baseados na sua aplicação: close, remote e vicinity coupling, sendo os dois ultimo acoplamentos indutivos.

Principalmente são usados para sistemas de pagamento, desde transporte público até bilhetes, passes de identificação como crachás de empresas; para o futuro espera-se que os usabilidades espalhem-se ainda mais [19].

8.1.2 Identificação Humana

Na área de Identificação humana, uma das principais aplicações é no controle de acesso, tanto a prédios como a salas específicas, automatizando a checagem. Os sistemas de controle de acesso e autorização podem ser divididos em dois principais grupos: on-line e off-line.

Os sistemas on-line são sistemas onde todos os terminais estão conectados a uma central através de uma rede. Este computador central roda um banco de dados, e comunica-se com os terminais para autorizar o não à entrada de determinada tag que está fazendo uma requisição. São usados, por exemplo, no acesso a prédios comerciais e escritórios.

Se alguma alteração no controle de acesso for necessária, ela então pode ser feita de maneira mais simples, através do computador central, sem a necessidade do transponder estar presente, pois não é necessário neles conter uma grande quantidade de dados, apenas um número de acesso.

Nos sistemas off-line, não há uma comunicação em rede entre os terminais e um computador central, cada terminal contém uma tabela de autorizações. Usado onde há muitas salas individuais, as quais poucas pessoas possuem acesso. O transponder também contem uma tabela de autorizações onde são armazenados sua permissões, como por exemplo sala 1, térreo ou depósito. O leitor compara então a sua tabela de autorizações com

a do transponder e autoriza ou nega o acesso. A tag é programada em uma central, como a recepção de um hotel ou a seção de uma empresa, com os acessos que ela tem direito, entre outros dados como, por exemplo, uma data de validade para os acessos [19].

Fora da área médica, uma discoteca em Barcelona, na Espanha, inventou um procedimento que obriga os clientes a não sair sem pagar a conta: chips instalados debaixo da pele, aplicado por uma enfermeira contratada pela casa noturna registram os gastos dos freqüentadores [20].

Nos eventos esportivos, além da bilhetagem, tags são usadas também em corridas, onde são aplicadas no cadarço dos corredores para saber com exatidão seu tempo, o que pode ser um problema, principalmente em provas onde a quantidade de corredores é muito grande, conforme a fig. 10 abaixo.



Fig.10 - Mostra um *transponder* utilizado neste tipo de competição. Chip da *ChampionChip*® usado em corridas [19].

8.1. 3 Indústria

No setor industrial os sistemas de RIFD têm várias aplicações. Uma delas é na identificação de ferramentas, que no caso de grandes indústrias facilita o processo tanto de manutenção, quanto de substituição e administração das mesmas.

Mas outro campo que sistemas RFID podem tanto melhorar a rapidez e qualidade do serviço, como também ter um papel de segurança nas indústrias é na identificação de recipientes, embalagens e garrafas, principalmente em produtos químicos e gases, onde um erro na hora de embalar pode causar sérios danos [19].

Hoje em dia, a maioria dos sistemas que gerencia recipiente é baseada em código de barras, porém no meio industrial o uso deste tipo de sistema não é confiável o suficiente, e os transponders de um sistema RFID pode guardar mais informações úteis posteriormente, como dono do recipiente, conteúdo, volume, preenchimento ou pressão máximos e dados de análise, além dos dados poderem ser mudados e um mecanismo de segurança pode ser implementado, evitando escrita ou leitura não autorizadas. As tags usadas são de acoplamento indutivo, trabalham em uma faixa de frequência <135 kHz e tem que aceitar condições hostis, como poeira, impactos, radiação, ácidos e temperaturas muito altas ou muito baixas (de -40°C a +120°C).

Dentro desta área, a eliminação de lixo pode fazer uso de sistemas RFID, devido ao custo de despejo e o crescente rigor nas legislações ambientais. Com um melhor Fig.10 – Chip da *ChampionChip*® usado em corridas [19] gerenciamento do lixo, como calculo automático de quantidade, manutenção dos aterros sanitários e ajuda a distribuir responsabilidades e custos de maneira mais crível. Além de ajudar em sistemas de

gerenciamento ambiental, posto que o Brasil, como em outras partes do mundo, a legislação prevê penas a quem de alguma forma danifica o meio.

Em algumas cidades do mundo, já existem sistemas RFID para controle de lixo, onde as tags são colocadas nas latas de lixo e os caminhões de coleta tendo leitores [19].

8.1. 4 Transportes

Na área de transportes, o público é uma das principais áreas de atuação dos sistemas RFID [19] define: Todas as companhias de transporte público já tem enormes gastos, como manutenção da frota, investimento em anti-falsificação dos tickets no caso deles serem de papel, tempo e dinheiro gasto com a impressão dos mesmos, entre outros. Um sistema de gerenciamento de bilhetes tem que preencher as expectativas como resistência a degradação e desgaste, rapidez na escrita e leitura de dados e rápido de usar; o que só pode ser alcançado usando-se RFID.

O tempo ganho, além de fatos como sujeira, chuva, frio ou calor não serem problemas para uma tag fazem o RFID encaixar-se perfeitamente; uma tag RFID (no caso dos sistemas de transporte coletivo são Smart Cards) é projetada para durar 10 anos. A Tabela 4 mostra o tempo necessário no processo de embarque para diferentes tecnologias:

Tecnologia	Tempo (s)
RFID I (<i>remote coupling</i>)	1,7
Verificação visual pelo motorista	2,0
RFID II (<i>close coupling</i>)	2,5
Cartão com contato	3,5
Caixa (cobrador)	> 6

Tabela 4 – Tempo gasto em diferentes tecnologias no embarque [19].

Além de todas estas vantagens, ainda são beneficiados os passageiros pois não precisam andar com dinheiro, pois o cartão pode ser carregado com qualquer quantidade; o cartão continua valendo mesmo que o ticket (de papel) mudar, não é necessário mais saber o preço exato da passagem e nem se preocupar em conferir o troco. Para o motorista, os benefícios trazidos são, entre outros, não se distrair mais em contar troco e mexer com dinheiro e não há mais caixa nos ônibus. Para as companhias evita falsificação, assaltos, vandalismo, e o valor investido é repago em um curto período. Além do transporte público em cidades, passagens de avião, de ônibus em grandes distancias, navios, trem ou qualquer outro meio de transporte pode valer-se da tecnologia. Na Europa, os trens usam sistema RFID para melhor gerenciamento [19].

8.1. 5 Segurança

Além do controle de acesso, um sistema RFID pode prover na área de segurança outros serviços; Um deles são os sistemas de imobilização.

No início dos anos 90 o roubo de carros ascendeu, tornando o mercado de segurança para carros, alarmes e sistemas de imobilização, um mercado promissor. Os controles de

alarme com alcance de 5 a 20 metros estão no mercado há anos, e são pequenos transmissores de rádio frequência que operam na frequência de 433.92 MHz. Neste tipo de sistema de segurança para carros, é somente este controle que pode acionar o destravamento do carro, permitindo que ele seja aberto sem que um ruído seja emitido, o alarme, as portas destravem. Permitir que o carro possa ser ligado é trabalho do sistema de imobilização. O problema é que, se o controle que o destrava for quebrado, o carro ainda assim pode ser aberto através das chaves, por um processo mecânico, mas não há como o sistema reconhecer se a chave inserida é genuína, permitindo que uma ferramenta específica ou uma chave-mestra possa abrir o veículo. A tecnologia dos transponders de RFID podem agir justamente neste ponto, verificando a autenticidade da chave, assim o sistema antigo cuida do alarme e destravamento, e a tag RFID da imobilização. Assim, se uma chave que não for a original do carro tentar liga-lo, o carro é então imobilizado, mesmo que o alarme tenha sido desligado e as portas abertas [19].

Mobilização Eletrônica é o nome dado a este sistema, onde o sistema de ignição é combinado com um transponder, incorporado diretamente no topo da chave, como mostra a Fig.11.



Fig.11- Sistema de Volkswagen de segurança [19].

8.1. 6 Identificação Animal

Este tipo de sistema usado na identificação dos animais ajuda no gerenciamento dos mesmos entre as companhias, no controle de epidemias e garantia de qualidade e procedência.

A identificação animal por sistemas de RFID pode ser feita de quatro maneiras diferentes: colares, brincos, injetáveis ou ingeríveis (bolus), ver Fig.12. Os colares são fáceis de serem aplicados e transferidos de um animal para o outro; é usado geralmente apenas dentro de uma companhia. No caso dos brincos, são as tags de menor custo, e podem ser lidas a uma distancia de até um metro. No caso das tags injetáveis, que são usadas a cerca de 10 anos, ela é colocada sob a pele do animal com uma ferramenta especial, um aplicador parecido

com uma injeção. A *tag* ingerível, ou bolus é um grande comprimido revestido geralmente por um material cerâmico resistente a ácido e de forma cilíndrica, e pode ficar no estômago do animal por toda sua vida [19].

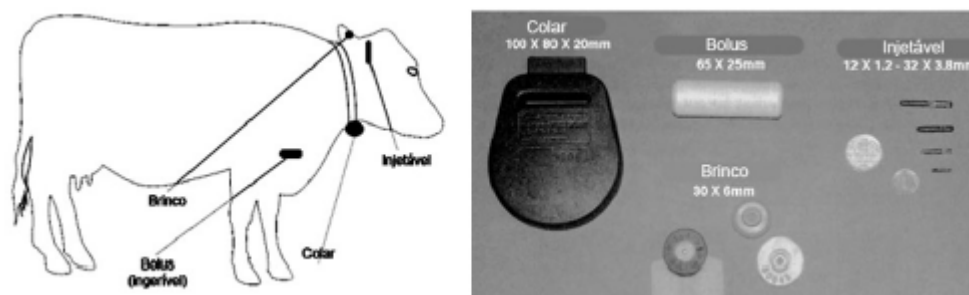


Fig.12- Tipos de *tags* para identificação animal [19].

Além da identificação de bovinos, ovinos, e outros animais de mesmo porte, este sistema pode ser usado também para identificação de pássaros, animais de estimação ou qualquer outro.

8.1.7 Aplicações Médicas

Para as aplicações médicas, como citado acima, existem os implantes de tags em humanos que contém toda a informação de um paciente, podendo ser facilmente lida por um médico assim que o paciente chega ao hospital.

Uma outra interação com a área médica pode ser no uso de lentes especiais com um transponder implantado no olho de um paciente com glaucoma. O glaucoma é uma doença a qual o aumento da pressão interna do olho vai tornando o campo de visão cada vez mais estreito; mas as medições de pressão não podem ser feitas a não ser através da cirurgia, portanto, o uso de uma micro tag com um medidor de pressão implantada no olho do paciente como em uma cirurgia de catarata, pode comunicar-se com um leitor fora, fazendo assim medições exatas, salvando visões [19].

8.2 ESTUDO DE CASO

GRUPO PÃO DE AÇÚCAR

Este caso de uso é baseado em um projeto piloto feito pelo Grupo Pão de Açúcar em parceria com seus parceiros de mercado, que visava ter uma conclusão sobre os benefícios da tecnologia no cenário brasileiro de cadeia de suprimentos [21].

Para realizar o projeto, o Grupo Pão de Açúcar contou com a parceria de cinco parceiros. A Accenture é uma empresa de consultoria de gestão, serviços de tecnologia e outsourcing possui mais de 115 mil profissionais e está presente em 48 países, com uma receita líquida de mais de 13 bilhões de dólares no ano de 2004. A CBD, Companhia Brasileira de Distribuição – Grupo Pão de Açúcar é a maior empresa de varejo do Brasil, com 560 lojas em 13 estados do país, proprietária dos empreendimentos Pão de Açúcar, Compre Bem, Sendas, Extra e Extra-Electro; seu faturamento bruto é de 15 bilhões de reais

e possui uma área 1,2 milhão de metros quadrados de área de vendas. Como parceira em produtos, a Gillete do Brasil, líder mundial no setor de higiene pessoal, desde 1901 no mercado mundial e desde 1926 no Brasil, é sinônimo de liderança e produtos de qualidade. Como outra parceira nesta área esta a P&G, PROCTER&GAMBLE, presente em 80 países e comercializando mais de 300 marcas, investiu em 2004 1,8 bilhão de dólares em pesquisas, e emprega mais de 7.500 cientistas em 20 centros de pesquisa em parceria com universidades no mundo. Na América Latina a P&G tem mais de 50 anos de experiência, no Brasil atua a 17 anos, e tem como exemplo de marcas sob seu domínio Fraldas Pampers, Pantene, Pert Plus, Wella, Pringles, Hipoglós e Vick. Nos paletes e contentores, a CHEP foi a parceira neste projeto piloto. Com mais de 300 mil clientes em 42 países, a CHEP é líder mundial na prestação de serviços de pooling de paletes e contentores, atuando nas áreas automobilísticas, higiene e beleza, hortigranjeiro, materiais de construção, bebida, farmacêutico, químico e petroquímico entre outros.

A meta do projeto piloto era ao final, relacionar custos e benefícios, além de traçar um mapa da aplicação da tecnologia no país, posto que este tipo de projeto nunca havia sido realizado no Brasil, e as únicas bases até o dado momento eram projetos feitos nos EUA e Europa. Foi desenvolvido nas instalações industriais e centros de distribuição dos parceiros, todos instalados na Via Anhanguera em São Paulo, através de 1.000 paletes CHEP com etiquetas RFID que foram monitorados em sua circulação, durante 2 meses.

Os produtos da P&G e da Gillete dentro dos paletes CHEP etiquetados foram monitorados durante sua movimentação; circularam de maneira controlada durante o tempo do projeto entre os diversos centros de distribuição de acordo com os processos tradicionais de cada empresa. Todos os 1.000 paletes participantes do projeto circularam misturados aos convencionais, e o resultado da leitura foi alinhado com o de outros pilotos realizados nos Estados Unidos e Europa, 97% de leitura pela rede de comunicação, posto que foram utilizados equipamentos de última geração e toda a infra-estrutura funcionou de acordo com o esperado, entretanto ajustes específicos para cada ambiente foram necessários [21].

Não foram descartados os códigos de barra, que continuaram sendo usados durante o projeto piloto. Não houve também mudança nos processos logísticos e comerciais nas empresas parceiras participantes, nem mudança nos sistemas operacionais de cada elo de suprimento das mesmas. Os portais RFID presentes nos centros de distribuição das empresas parceiras realizavam a leitura com base em aplicativos desenvolvidos pela Accenture, de acordo com os parâmetros da EPC Global. A Fig. 13 mostra como funcionou o piloto.

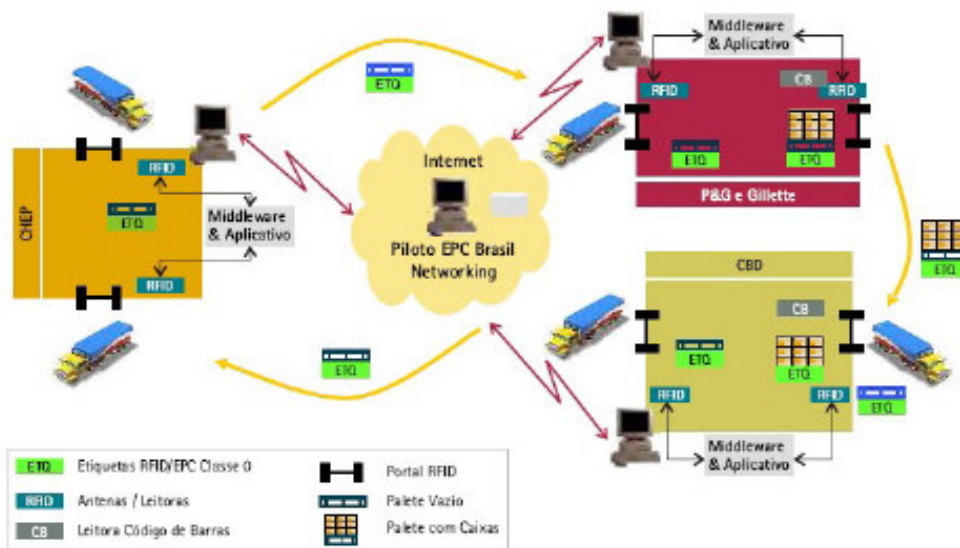


Fig. 13 – Projeto Piloto Pão de Açúcar [21]

Os resultados abaixo são baseados a partir de pesquisas realizadas pelo Auto-ID Center do MIT:

- Redução de 10% nos índices de ruptura nos centros de distribuição do varejo e do fabricante.
- Aumento de 3% a 12% na produtividade da força de trabalho;
- Redução de 18% a 26% nas perdas de inventário;
- Redução de 10% no custo de manutenção do estoque;
- Redução de 2% a 5% nos retomos;
- Redução de 10% nos níveis de estoque;
- Redução de 10% nos itens de baixo giro.

O mercado brasileiro porém tem algumas especificidades em relação a outros mercados, como a escala de produção, valor unitário médio dos produtos, custo da força de trabalho a serem considerados baixos em relação a outros mercados; porém o custo da tecnologia e o custo do capital é considerado alto no Brasil, o que tende a ser um fato inibidor. Os resultados obtidos no caso brasileiro mostram que o resultado final pode variar por categoria, tipo de produto, que por sua vez pode variar de acordo com fatores como valor unitário médio e índice geral de perdas de inventário [21].

Em resumo ficou provado que os benefícios do uso do RFID são mais significativos nos processos de gestão da cadeia de suprimento e na geração de demanda do que nos ganhos de eficiência operacionais, fato já comprovado nos pilotos realizados nos Estados Unidos e Europa. Para este projeto, foi concluído que as expectativas são favoráveis, pois é crescente o número de iniciativa de grandes varejistas internacionais, porém o RFID/EPC no Brasil se tornará viável à medida que grandes concentradores de mercadorias e empresas exportadoras adotem a solução.

8.3 – RELATOS NO MERCADO BRASILEIRO

8.3.1 – Siemens

Siemens Communications integra soluções RFID

Pesquisa

Para saber o quanto as empresas estão dispostas a investir na implementação de projetos que visam adotar a tecnologia RFID em suas operações, a Deloitte realizou uma pesquisa envolvendo 90 grandes grupos empresariais de todo o mundo - sendo 60% redes varejistas, 26% fabricantes, 11% distribuidores e 3% transportadores (logística), com faturamento anual a partir de US\$ 5 bilhões.

Vinte e cinco por cento dos entrevistados estão dispostos a investir cerca de US\$ 500 mil e US\$ 10 milhões em soluções que utilizam a tecnologia. Todos os dados informados na pesquisa, segundo a Deloitte, são referentes às ações do ano fiscal 2005 (de junho de 2004 a maio de 2005).

A pesquisa ainda aponta que a maior parte das empresas pesquisadas confia na redução de erros humanos e no processo de gerenciamento da cadeia logística ao longo dos cinco primeiros anos de implementação das etiquetas inteligentes. Cerca de 70% das empresas entrevistadas têm a expectativa de que a RFID levará algum incremento nas vendas já nos primeiros cinco anos de sua adoção; o mesmo percentual de organizações espera implementar a tecnologia ao longo dos próximos 18 meses[22].

E no Brasil?

Embora a pesquisa da Deloitte não enfoque especificamente o mercado brasileiro, a RFID surge no país como um possível instrumento para garantir a otimização e gestão dos estoques na cadeia de suprimentos, com potencial de aplicação ainda maior em alguns nichos, como o farmacêutico e de bens de consumo, muito afetados por perdas ao longo do processo logístico. De acordo com a Associação ECR do Brasil, a etiqueta inteligente já está em fase de testes por empresas internacionais do varejo (entre elas Wal-Mart e Carrefour) e da indústria (P&G, Coca-Cola, Unilever, Kraft Foods, Gillette e Johnson & Johnson) em projetos-piloto que envolvem a sua utilização em três níveis: paletes, caixas de embarque e produtos [22].

8.3.2 – HP Brasil

HP Brasil adota RFID para coordenar reciclagem de produtos

Companhia, que iniciou o uso da tecnologia das etiquetas inteligentes em 2004 no País, passa a usar o recurso para otimizar coleta de suprimentos e baterias.

A HP Brasil, que fez o primeiro piloto para testar as etiquetas inteligentes (RFID) em junho de 2004, começou a usar o recurso para agilizar os pontos de coleta dos suprimentos como baterias e pilhas para reciclagem.

Kami Saidi, diretor de operações da HP Brasil para o Mercosul, que também coordena o Green Team da subsidiária, explica que "a logística reversa é a parte mais cara em uma gestão ambiental".

Ele se refere ao recolhimento dos itens que serão reciclados ou que a empresa não quer que sejam depositados inadequadamente no meio ambiente.

Pelo sistema adotado, sempre que o consumidor leva um equipamento antigo da HP ao varejista para ter vantagens na compra de um novo, a etiqueta de RFID dispara informações para o centro de coleta que desenvolve um programa inteligente de recolhimento.

Dessa forma, a HP "usa a tecnologia a favor do negócio", salientou Saidi. A companhia estuda, inclusive, colocar a fórmula de reciclagem na etiqueta para que, mesmo que o produto não volte, "outros possam reciclar", explicou.

Em abril de 2005, a companhia americana implantou o primeiro centro de excelência - terceiro no mundo - especialmente dedicado ao RFID, em Sorocaba (SP). A fábrica de Sorocaba possui a primeira cadeia integrada de suprimentos fim a fim em uma única localidade estabelecida no mundo, segundo a empresa [23].

O crescimento da HP Brasil

A nossa fábrica onde fazemos as impressoras já é com tecnologia RFID. Todo o nosso processo produtivo, desde a parte de montagem, os componentes já são gerenciados em cima da tecnologia RFID. Você sabe em cada etapa no processo fabril, através da tecnologia RFID, como é que está e utilizando os gráficos, sem a necessidade de fazer contagem, intervenção humana e assim por diante. Essa é uma das fábricas mais modernas que a HP tem na parte de impressoras a nível mundial aqui no Brasil usando tecnologia RFID.

Já existem alguns bancos conversando com a gente de como realmente utilizar o RFID. Em alguns processos, está um pouco menos evoluído, mas a parte de produção, de logística de uma maneira geral, parte hospitalar já existem aplicações específicas [24].

8.3.3 – GM do Brasil

RFID acelera integração da fábrica da GM Brasil às demandas do mercado

A fábrica da General Motors em São Caetano do Sul (SP) descobriu nas etiquetas inteligentes (RFID) uma forma de dar mais agilidade e eficiência à sua linha de produção.

O diretor de tecnologia da companhia para a América Latina, Cláudio Martins, explica que a fábrica existe "desde o final da década de 20", mas, mesmo assim, é considerada "uma das mais flexíveis do mundo".

Com o início da linha de produção do Vectra, a montadora enfrentou grande quantidade de modificações físicas na fábrica.

Para evitar ter de ampliar a unidade e, ao mesmo tempo, como forma de agilizar o trabalho, a empresa opta por pintar todas as carrocerias de uma mesma cor antes de partir para uma segunda cor e assim por diante, o que evita as trocas constantes de tinta.

A demanda do mercado, entretanto, é pelas mais variadas cores e modelos. Por isso, as etiquetas foram a solução adotada pela companhia para agilizar o atendimento de pedidos que cheguem das concessionárias.

“Cada etiqueta de RFID contém especificações como cor e modelo”, explica Martins. Dessa forma, a montadora pode identificar mais rapidamente o modelo solicitado no estoque onde todos os veículos estão guardados.

“Assim, a linha de produção se tornou mais compatível com o mercado. Houve ganho de tempo e de eficiência”, afirmou o executivo [25].

8.3.4 – Brasil desenvolve primeiro chip RFID para controle de estoques

Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec), de Porto Alegre (RS), desenvolveu o produto a pedido da Innalogs.

O Brasil foi inserido no mercado de etiquetas inteligentes via radiofrequência (RFID, da sigla em inglês) a partir do lançamento do primeiro chip desenvolvido inteiramente no País.

O Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec), de Porto Alegre (RS), entrega amanhã (20/06) à Innalogs o produto encomendado a partir de um financiamento da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) do ministério da Ciência e Tecnologia e parceria com o Grupo de Sistemas Embarcados da Faculdade de Informática da PUC do Rio Grande do Sul.

Como explicou Sérgio Dias, diretor presidente do Ceitec, o chip desenvolvido no laboratório da companhia vai permitir a gravação de uma série de informações de cada produto, como localização, origem, procedência, preço, data e hora da fabricação, o que vai facilitar o controle de estoques e a logística.

“Existe, inclusive, a possibilidade de que um supermercado, por exemplo, inclua no futuro o preço do item no chip, para agilizar a passagem do cliente pelo caixa”, acrescentou.

O desenvolvimento do projeto começou em abril do ano passado. Em novembro daquele ano o chip foi encaminhado para a prototipagem em uma parceira do Ceitec na Inglaterra – já que a fábrica do centro gaúcho ainda não está pronta. Desde março, o produto vem sendo testado nos laboratórios da Ceitec e amanhã será entregue.

Dias destacou que “o Brasil estava totalmente afastado da área de circuitos integrados” e que até então sempre importou os chips RFID. O País já tem, entretanto, fornecedores locais para as antenas que transmitem os sinais de radiofrequência, assim como para as leitoras dos chips. Só faltava esse último componente na solução, explica.

Segundo ele, depois de projetar o chip, a Ceitec espera começar a produzi-lo nacionalmente a partir de 2008, quando sua unidade fabril estiver pronta.

Ele conta que o cronograma inicial da fábrica sofreu um atraso de cerca de três meses. A conclusão das obras, prevista para julho, deverá acontecer em outubro.

Em seguida, começa o processo de instalação de equipamentos, que deve durar entre cinco e seis meses, seguido dos testes. Por isso, a produção só deve ter início em março de 2008 [26].

8.3.5 - Mais de 60% das empresas brasileiras querem RFID em menos de 2 anos

Levantamento da Associação Brasileira de e-Business aponta que tecnologia é uma das prioridades de investimento em até dois anos.

Mais de 60% das empresas brasileiras planejam implementar solução de RFID (Radio Frequency Identification) em até dois anos. Esse é um dos resultados da segunda pesquisa “Panorama do Cenário do Supply Chain no Brasil”, realizada pela Associação Brasileira de e-Business. O levantamento ouviu 86 grandes empresas dos segmentos industrial, comercial e serviços.

Na prática, no entanto, o RFID continua sendo apenas uma tendência para o futuro. A maior parte delas segue digitando diretamente os códigos dos produtos recebidos ou utilizando código de barras, já que apenas 8,8% dos ouvidos utilizam a tecnologia, enquanto 7,5% têm projeto piloto. Contudo, significativos 20% deles não têm interesse na inovação e não pretendem implementar.

Por vertical, os setores de veículos, alimentício e eletrônico são os maiores entusiastas no processo de conferência e identificação do recebimento e expedição de mercadorias, seguido pela localização de produtos no estoque. Outro campo de aplicação bastante promissor é o de rastreamento de cargas.

Outro ponto do estudo analisado, o VMI (Gestão de Estoques de Vendas, da sigla em inglês), que permite o monitoramento inteligente com a reposição de produtos feita automaticamente, também vai receber atenção especial das empresas. Ao todo, 57% dos entrevistados pretendem iniciar projeto na tecnologia, enquanto 24% já estão utilizando. Por vertical, o setor químico e petroquímico é o mais receptivo à inovação [27].

8.3.6 - Intel apresenta chip compacto de RFID que promete reduzir preços de leitores

Novo transmissor Intel R1000 consolida cerca de 90% dos componentes presentes em um leitor comum de RFID em um único chip.

A Intel apresentou no dia 06 de março de 2007 um chip compacto de baixo custo que pode reduzir os custos dos leitores de etiquetas de radiofrequência (RFID), segundo a empresa.

O R1000 tem 8 milímetros por 8 milímetros e pode ser usado em diversas aplicações, segundo Kerry Krause, diretor de marketing de RFID da Intel. Ele disse que o chip pode ser implantado em fechaduras de portas, handhelds, esteiras e elevadores fabris e impressoras. “É muito versátil, altamente integrável e flexível”, define Krause. Ele disse que os clientes estão projetando o uso do chip em uma ampla variedade de leitores de RFID – de handhelds que exigem que as etiquetas estejam próximas ao leitor a dispositivos que podem ler a longas distâncias[28].

Krause concordou que a maioria dos leitores de RFID hoje é complexa e grande e exige centenas de componentes separados para receber e enviar sinais às etiquetas.

Até o momento, os custos e a complexidade dos leitores de RFID tem atrasado a

adoção da tecnologia. Krause sugere que os chips menores são mais fáceis de manipular e mais baratos, porque requerem menos energia das atuais.

O tamanho reduzido também pode agilizar a produção em massa, que diminuiria ainda mais os custos.

O chip suporta o padrão EPCglobal Gen 2 para RFID e é fornecido com um software de diagnóstico e gerenciamento para facilitar a implementação e o uso.

O pacote do R1000 também inclui um kit de desenvolvimento que pode ser usado para simplificar o processo de programar os leitores e aplicações plug-in que podem ligar leitores com o R1000 a sistemas de ERP, disse a Intel.

Um porta-voz da Intel disse que o R1000 será vendido por distribuidores e deve custar em torno de 40 dólares a unidade [28].

8.3.7 - Empresas piloto no Brasil

O Brasil tem atualmente 17 empresas-piloto, entre as quais o grupo Pão de Açúcar, Torres Etiquetas, Acura Technologies, NEC e Pimaco. A HP do Brasil é um caso à parte. Em iniciativa pioneira, a fábrica, localizada em Sorocaba (SP), aplica a etiqueta RFID em todas as impressoras que exporta, além de desenvolver projeto em parceria com o setor automotivo que permite às montadoras um melhor gerenciamento dos estoques e controle do pós-venda.

Como ocorre com toda tecnologia nova, a expansão da RFID esbarra na falta de regras universais, mas essa sistematização está sendo feita pela organização norte-americana sem fins lucrativos EPC Global, que é representada aqui pela GS1 Brasil. Com foco na automação, a GS1 Brasil é responsável pelo gerenciamento do código de barras, e agora também pelo EPC no país.

Para a assessora de soluções de negócios da empresa, Flávia Pontes Bandeira Costa, a identificação por radiofrequência tem várias aplicações na cadeia de suprimentos. “No caso do varejo, faz o gerenciamento de estoques e de gôndolas, a automação do recebimento, automação do check-out e prevenção de perdas”, afirma Flávia. Segundo ela, ainda é cedo para se prever a troca de sistemas, até porque o custo dos equipamentos é alto.

Esta situação, contudo, começou a mudar neste ano com a produção dos primeiros chips pelo Ceitec (Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada), de Porto Alegre (RS), uma referência em EPC. “Estamos com pesquisas em andamento”, diz o analista de negócios do Ceitec, Miguel Petkovicz.

Para ele, uma das várias vantagens da tecnologia é a dispensa de leitura ótica. “Se tu recebes uma caixa de mercadorias, podes ler todo o conteúdo sem abrir a caixa”, afirma. Cauteloso, Petkovicz não sabe, porém, por quanto tempo o EPC e código de barras vão caminhar juntos. “O EPC é a coqueluche do momento, mas ainda faltam as normas. É necessário que todos falem uma só linguagem”, diz. Para o gerente de tecnologia e produtos da Torres Etiquetas, Douglas Miyazato, a consolidação do EPC virá na medida em que as empresas percebam as suas vantagens. “Acredito que as normas não são obstáculos. Basta lembrar que mais de 300 fornecedores da Wal-Mart dos EUA já fornecem seus produtos com EPC.”

Já o superintendente da Associação ECR Brasil (Resposta Eficiente ao Consumidor), Cláudio Czapski, observa que as empresas estão investindo pesado na RFID, mas não ainda

no produto final. “Falta a padronização, mas há uma estratégia. É mais ou menos o que aconteceu com a informática no início. Quando houver massa crítica, os custos vão cair e o sistema se populariza”, conclui [29].

8.3.8 - Fábrica de chips

A produção de circuitos integrados, em Porto Alegre, iniciam a transformação da microeletrônica brasileira.

Com previsão de até o fim do ano de a inauguração da primeira fábrica de circuitos integrados. Também chamados de *chips*, esses dispositivos são fundamentais para o funcionamento de todos os equipamentos eletrônicos tanto no processamento como na guarda das informações. A fábrica instalada em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, fica no Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec), um empreendimento público formado desde 2003 pelos governos federal, estadual e municipal com a colaboração de várias universidades, além da empresa Motorola [31].

A produção de *chips* desenhados e produzidos no país poderá facilitar a industrialização de produtos inovadores idealizados por empresas e pesquisadores brasileiros. “A iniciativa deve facilitar a inovação de produtos eletrônicos em áreas diversas. Também representa oportunidade para incorporar conhecimento, formar recursos humanos e tecnologia produzida nas instituições de pesquisa brasileira. Acredito que esse é um passo importante para a geração de um ambiente ou ecossistema de microeletrônica no Brasil. No exterior esse tipo de iniciativa gerou novas empresas. Espera-se que o mesmo aconteça aqui”, diz Swart.

Um dos fatos relacionados à produção de circuitos integrados no Brasil é a diminuição do déficit comercial, que é a exportação menos importação, no setor de eletroeletrônicos. Em 2006, esse déficit foi de US\$ 9,5 bilhões. Os componentes elétricos e eletrônicos responderam por 63% dos US\$ 18 bilhões do total de produtos importados no setor, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee). Desse total, US\$ 3,4 bilhões são especificamente semicondutores. Estimativas da entidade indicam que o déficit em 2007 deve crescer para US\$ 12,3 bilhões. Na fig. 14 abaixo mostra um chip encapsulado [31].

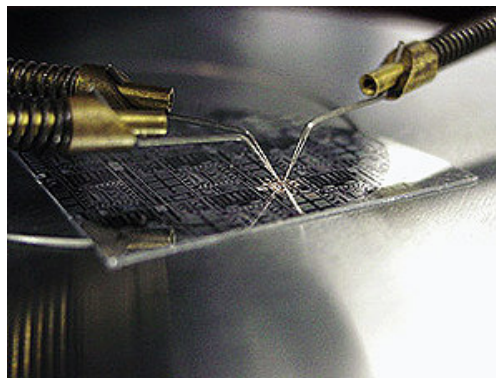


Fig. 14 – Chip encapsulado [31].

Um dos objetivos da implantação do Ceitec é atrair outras empresas fabricantes de chips e outros produtos semicondutores, além de serviços correlatos como, por exemplo, o encapsulamento dos chips na fase final da produção. “Em outros locais do mundo a concentração de muitas empresas propicia uma logística mais fácil para todos.” Dias vê com bons olhos também uma possível segunda fábrica de semicondutores que poderá ser instalada em Minas Gerais, na cidade de Lagoa Santa, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Batizada de Companhia Brasileira de Semicondutores (CBS), ela foi idealizada pelo consultor de empresas Wolfgang Sauer, ex-presidente da Volkswagen do Brasil. Os investimentos dessa possível fábrica devem atingir US\$ 500 milhões e as negociações estão sendo feitas com grupos empresariais brasileiros e estrangeiros, com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), e os governos federal e de Minas Gerais [31].

“Não será uma competição com o Ceitec, porque eles vão fabricar outros tipos de chips e em alta escala”, diz Dias. A intenção da CBS é produzir alguns tipos de circuitos que atendam a computadores e celulares. A instalação dessa fábrica, que está em negociação, deverá ser beneficiada pela Medida Provisória 352, agora Lei 11.484, aprovada em março pelo Congresso Nacional e em maio pela Presidência da República, que instituiu o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Padis). A lei fornece incentivos fiscais para a instalação de empresas produtoras de materiais semicondutores no país, como isenção de Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (Cofins), Contribuição sobre Intervenção no Domínio Econômico (Cide), Programa de Integração Social (PIS) e Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI).

Outro produto que saiu do centro de design do Ceitec foi um sistema de etiqueta eletrônica inteligente chamado de RFID, do inglês radio frequency identification (RFID), ou identificador por radiofrequência. Na fig. 15 abaixo, mostra um chip RFID fabricado no Brasil pela Ceitec [31].



Fig. 15 – Chip RFID fabricado pela Ceitec [31].

Atualmente as etiquetas RFID estão em uso mais em empresas de logística, na movimentação de carga, mas podem também ser utilizadas para rastrear pacotes, equipamentos em trânsito e animais, além de livros em bibliotecas, bagagens em aviões, automóveis, ingressos e passaportes. O projeto de RFID do Ceitec foi realizado em conjunto com o Grupo de Sistemas Embarcados (GSE) da Faculdade de Informática da PUC-RS (Prof. Fabiano Passuelo Hessel, coordenador do projeto RFID da PUCRS – informações prestadas pela Luciana Dorneles Müller, Gerente Administrativo Innalogs),

onde foi criada a empresa Innalogics, instalada na incubadora do TecnoPUC, pólo tecnológico da universidade, que vai utilizar a etiqueta no setor de logística [31].

A produção na fábrica do Ceitec deverá começar no primeiro semestre de 2008, quando os equipamentos estiverem instalados e testados. A fábrica possui uma sala limpa com controle preciso de partículas no ar, de classe 100, onde se toleram apenas 100 partículas maiores que 0,5 microm (1 microm é igual a 1 milionésimo do metro) por pé cúbico de ar. Esse ambiente, com temperatura e pressão controladas também, é essencial para a fabricação de semicondutores.

A maior parte dos equipamentos do Ceitec foi doada pela Motorola com apoio da sua empresa Freescale, da área de semicondutores. “A Motorola estava transformando uma fábrica em Austin, nos Estados Unidos, e doou os equipamentos em 2002”, conta Dias. “Em 2000, numa estratégia da empresa, a Motorola resolveu transferir para outros países, como Índia e China, parte da produção de semicondutores. O governo do Rio Grande do Sul teve interesse e começou a negociar a instalação da fábrica. O problema é que, se fossem comprados no mercado, os equipamentos valeriam R\$ 15 milhões, enquanto a infraestrutura necessária para a produção ficava em R\$ 150 milhões.” O cenário começou a mudar em 2003, quando o MCT decidiu investir pesado na microeletrônica e o Ceitec, já criado, solicitou o auxílio de consultores, inclusive a própria Freescale, para atualizar alguns equipamentos e melhorar o processo de produção.

Para montar a fábrica foi necessário um amplo entendimento institucional gaúcho e do governo federal. O MCT investiu R\$ 200 milhões na construção da fábrica e na formação da design house. Uma área de 5,6 hectares, cerca de 50 mil metros quadrados, foi doada pela prefeitura de Porto Alegre, avaliada em cerca de R\$ 5 milhões. O governo do estado fez projetos de infra-estrutura de energia elétrica e de água, num valor que atinge quase R\$ 4 milhões. Também contribuíram recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) no valor de R\$ 7 milhões, não reembolsáveis, e bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) de R\$ 2 milhões.

Para fabricar os *chips*, o Ceitec vai importar as lâminas de silício com alto nível de pureza. Com o design pronto, é feita a impressão dos circuitos na lâmina, a chamada fase de prototipagem, a parte mais nobre e cara de todo o processo. Em seguida, o corte que vai separar cada pedacinho da lâmina em um *chip*. A última etapa é o encapsulamento, que por enquanto será feito fora do país.

O Ceitec está se preparando para produzir 4 mil lâminas de *chips* por mês, que devem reverter num faturamento de R\$ 40 milhões por ano. O centro de *design* deve resultar em mais R\$ 20 milhões anuais. “A nossa idéia é empatar a receita e a despesa em três a quatro anos”, diz Dias. Atualmente o Ceitec é uma empresa pública. “Quem sabe no futuro poderemos abrir o capital.” Inicialmente, o Ceitec vai ter de 200 a 250 funcionários, sendo que desses 120 estarão na *design house*. “Repatriamos seis profissionais brasileiros que trabalhavam em empresas de microeletrônica na Alemanha, Estados Unidos, França e Portugal. São pessoas com conhecimento técnico e comercial muito bons [31].”



Fig. 16 – Placa de chip fabricada pela Ceitec [31].

Através de informações prestadas por Murilo Pessati da Ceitec, onde foi informado de que foco desta tecnologia na Ceitec, tem sido até o momento em desenvolver “chips” para aplicação nesta tecnologia de rádio frequência. Onde suas aplicações são basicamente em 3 frequências de operação mais importantes: 135KHz, 13MHz e de 900MHz. Cada frequência com um tipo de aplicação.

Recentemente, as aplicações para o sistema RFID vêm aumentando consideravelmente. Algumas aplicações onde esse sistema já é utilizado incluem: rastreabilidade de cargas e animais, controle de produção e estoque, monitoramento de tráfego e pessoas, entre outras. A aplicação desejada influencia na frequência de comunicação e no tipo de etiqueta do sistema. A tabela 05 abaixo resume algumas aplicações para um sistema RFID relacionando as com a frequência de operação e com a forma de energizar (forma passiva ou forma ativa) a etiqueta. É importante ressaltar que há normas de padronização relacionadas com a frequência de comunicação e com a aplicação dos sistemas RFID [34].

Range de Frequências	Acoplamento	Alimentação da etiqueta	Aplicações Típicas
125 – 135 KHz	Acoplamento indutivo, bobina.	Passiva.	Identificação animal.
13.56 MHz	Acoplamento indutivo ou capacitivo (campo elétrico).	Geralmente passiva.	<i>Smart-Cards</i> e rastreamento de objetos.
433 MHz	Acoplamento capacitivo (campo elétrico).	Geralmente ativa.	Controle remoto de veículos.
868 – 915 MHz	Acoplamento capacitivo (campo elétrico).	Ativa e passiva.	Processos de logística.
2.45 GHz e 5.8 GHz	Acoplamento capacitivo (campo elétrico).	Geralmente ativa.	Pedágio eletrônico.

Tabela 05 – Aplicações para um sistema RFID [34].

A leitora é um equipamento que pode ser portátil ou que deve ser fixado em algum ponto de passagem das etiquetas. Esse equipamento possui uma antena ou bobina e um transceptor, em alguns casos apenas um receptor, para comunicação com as etiquetas. A fig. 17 mostra a foto de uma leitora portátil [34].



Fig. 17 - Leitora portátil, Symbol MC 9060 [34].

8.3.9 – Wal-Mart Brasil

Há dez anos atuando no mercado de varejo nacional, a rede Wal-Mart Brasil. O compromisso com o Brasil transcende a esfera de consumo e chega também à produção.

O desenvolvimento da indústria nacional é incentivado por meio de programas globais de exportação, os quais identificam fornecedores brasileiros com potencial de oferecerem seus produtos nas prateleiras das mais de cinco mil lojas do Wal-Mart em países como Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, Alemanha e Porto Rico. Esta é uma forma do fornecedor regional ganhar espaço no mercado internacional e do Wal-Mart incrementar o sortimento para seus consumidores nos países em que a empresa atua, fortalecendo a política de exportações brasileiras.

A filosofia de atuação local do Wal-Mart, portanto, é fundamental para apoiar a evolução da comunidade de maneira global [32].

Através disto em contato com Ana Carolina Garcia de Assuntos Corporativos do Wal-Mart Brasil, onde foi informando de que a tecnologia de Identificação por Rádio Freqüência (RFID), não tem nenhuma previsão de implantação no Brasil.

Informou ainda mais que, estão testando primeiro nos Estados Unidos, depois os testes irão para a Europa e em seguida seguirão para os outros países onde o Brasil não é um dos países prioritários para a realização dos testes.

8.3.10– Korth

A atuação da **Korth**, no mercado, iniciou-se em 1991, com produtos que hoje não são mais fabricados pela empresa. Em 1995 a empresa deu seu grande passo em direção ao desenvolvimento de produtos de alta tecnologia, inicialmente para a indústria de reparação automotiva, por meio do desenvolvimento de equipamentos OEM para a Tecnomotor Eletrônica do Brasil Ltda. e em seguida para a indústria de chaves de reposição equipadas com transponder, através de equipamentos desenvolvidos em OEM para a Indústria de Chaves Gold Ltda.

Uma importante característica da Korth tem sido o constante investimento em pesquisas dentro da própria empresa. A **Korth** possui um laboratório montado que possibilita pesquisas e desenvolvimento nas áreas de identificação eletrônica, transmissão de dados em RF, software em alto e baixo nível e eletrônica embarcada. Especificamente para o projeto Animalltag®, foi inaugurado, em 2000, um laboratório no campo, em uma propriedade rural distante 11 km da cidade, que foi equipado com tronco coletivo, tronco de contenção, balança eletrônica, piquetes para semi-confinamento, mangueiro, casa de máquinas e represa [33].

Através de informações prestadas pelo Higor Philippi do setor de desenvolvimento de produtos e de Daniel Pavani, gerente comercial da Korth Brasil, informaram que alguns de seus produtos são de um distribuidor de Campinas, a empresa RFID Cartões Comerciais (RFIDCC) da série KT de controle de acesso.

Onde informaram sobre sua utilização da empresa com esta tecnologia nas áreas de controle de acesso, identificação veicular, automação sucro-alcooleira e de automação de comboio onde em todos as aplicações utilizando a tecnologia de RFID.

9 – CASO DE VIABILIDADE NA APLICAÇÃO

APLICAÇÃO EM CONTROLE DE ACESSO

Consideremos para este exemplo os equipamentos do fabricante RFIDCC, situado em Campinas, fornecidos pelo Sr. Pedro Janzon Gerente Comercial.

Consideremos uma aplicação para controlar o acesso de pessoas a um local, onde no local terão acesso 100 pessoas, cada uma com um cartão RFID de acesso.

Os cartões de proximidade ISO em PVC, ou Clamshell ABS são largamente usados para aplicações em controle de acesso [35].

São cartões *read-only* (apenas para leitura), e já vem com código gravado de fábrica. Apresentando excelente durabilidade. Esses cartões têm sido uma constante escolha na área de controle de acesso. É disponibilizado cartões brancos ou personalizados em termo-transferência. Os cartões brancos podem ser impressos de ambos os lados.

Leitura de *Transponder*

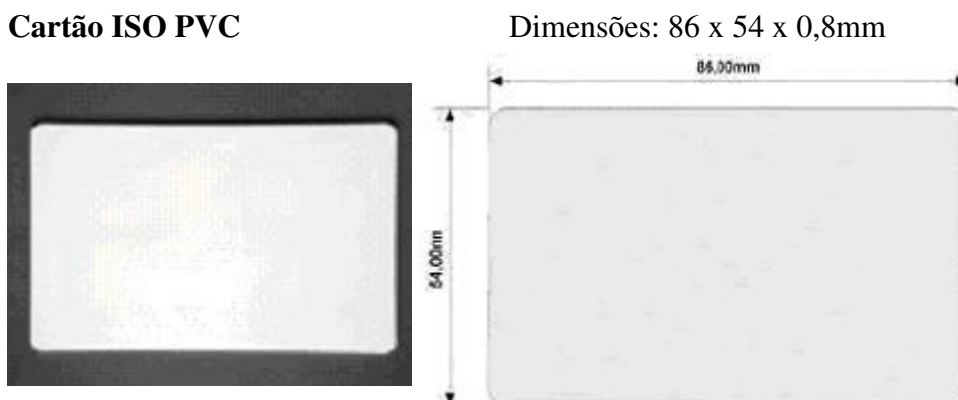
O leitor permite o armazenamento de *transponders* (cartões) de identificação ISO em PVC de 40 bits com número único a 125 kHz.

A leitura do *transponder* é realizada quando o mesmo entra no campo eletromagnético da antena do aparelho. A distância de leitura varia de acordo com o tipo de transponder e antena utilizados. Com a antena padrão, lê um cartão à aproximadamente 12 cm.

Especificações [35]:

- Número serial aleatório
- Frequência de operação: 125Khz
- Codificação: Wiegand 26Bits, ABA-TK2 e RS232
- Temperatura de operação: -35°C a 50°C

Cartão ISO PVC



Cartão Clamshell ABS

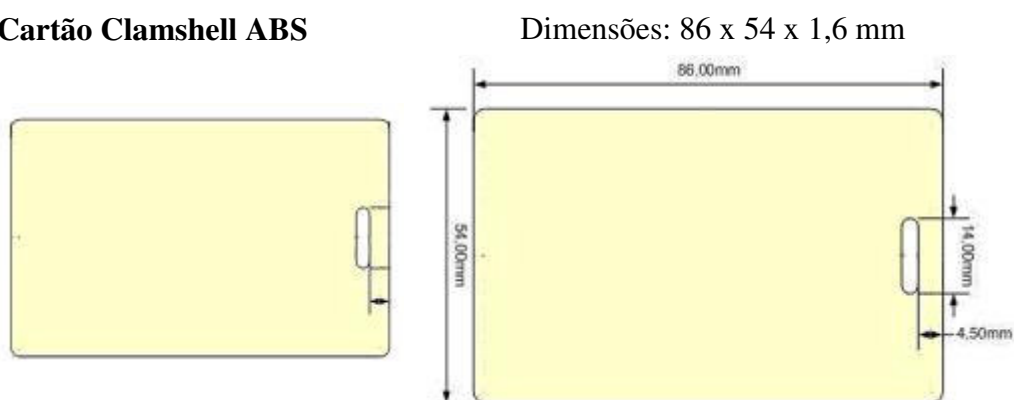


Fig.18 – Cartão ISO PVC e Clamshell ABS [35].

Preço unitário:

- US\$1,65 (Preço referente ao ISO PVC, já incluso os impostos de importação).

Em consideração a quantidade mencionada anteriormente, temos:

$$100 \times 1,65 = \text{US\$ } 165 \times 2,05^* = \text{R\$ } 338,25$$

- Cotação do dólar no dia 05/11/2007, pelo site:
<http://economia.uol.com.br/>

Os leitores deste fabricante nos fornecem Proteção contra sobre-tensão, eletricidade estática e circuito de proteção contra travamento de funcionamento.

Características Gerais [35] :

- Compatível com cartões de Proximidade EM4102
- Frequência de Operação de 125 KHz
- Formato de dados do transponder: 64bits, Manchester coding
- Antena inclusa com alcance de até 12 cm
- Tensão de Alimentação: 12Vdc @ 80 mA
- Dimensões: 91 x 68 x 29 mm;
- Temperatura comercial
- Encapsulamento com espaço que permite a colocação de logo plástico do integrador



Fig.19 – Leitores de proximidade [35].

Preço unitário [35]:

- R\$ 279,00

Preço total para implantação (apenas equipamentos):

- R\$ 617,25

Mas devemos levar em consideração do local a ser implantado, deve ser analisado o custo x benefício da tecnologia, pois, com ela é possível saber quem esta acessando o local, quantas vezes uma determinada pessoal acessou, dia e hora.

Quando se tem um local restrito, onde, deve se ter um maior controle do acesso é totalmente viável sua implantação. Ainda mais agora que estão sendo fabricados os chips de RFID aqui no Brasil, caindo com os preços dos equipamentos, com isso obtendo mais rapidamente o retorno do investimento.

10. CONCLUSÕES

A tecnologia de RFID (Radio Frequency Identification) assegura o controle e a localização dos itens, em todo seu processo, informando precisamente a hora, a quantidade, e no padrão exigido pelo cliente, onde o roubo é controlado, onde os sistemas conseguem registrar exatamente as informações em todos os pontos estabelecidos para controle.

Ter um sistema que informe em tempo real, certamente causará um impacto significativo em qualquer empresa, mesmo nas que não são movimentados produtos de tanto valor agregado, como também em uma empresa de bens de consumo.

Até hoje, por mais que se vislumbre imensas oportunidades para o uso das etiquetas inteligentes nas mais diversas aplicações, o preço e o amadurecimento da tecnologia, continuam sendo os fatores limitantes para a adoção da tecnologia.

No entanto, de forma não generalizada, uma vez que o mercado busca uma maneira de garantir que a rastreabilidade dos seus produtos seja a mais precisa possível, diminuindo assim os “gargalos”, conseqüentemente os custos, e assegurando economias nos processos de movimentação e controle de seus produtos.

Um dos fatores mais relevantes para o uso das etiquetas inteligentes de RFID, é a facilidade do seu uso, já que ela possibilita a leitura de centenas de etiquetas por segundo, o que reduz consideravelmente o tempo das atividades da área.

Diversos produtos em menores quantidades podem ser identificados em movimento pelas antenas da área, e os dados transmitidos para um computador, que continua o processo de verificação.

Com isso, é possível reduzir drasticamente o tempo de operação e a interferência humana nos processos que utilizam a tecnologia de RFID, além de assegurar a confiabilidade na movimentação dos itens.

As etiquetas inteligentes de RFID promovem também, uma oportunidade para as companhias estabelecerem um plano de revisão em seus processos, assegurando a

eficiência, e o aumento da capacidade de movimentação, com menor quantidade de mão de obra, apesar dos investimentos envolvidos em um processo de implantação desta tecnologia.

Outra forma de minimizar os investimentos de implantação desta tecnologia é estabelecer parcerias com clientes e com fornecedores, ampliando os benefícios e conseqüentemente dividindo os investimentos do projeto. Esta forma de implantar esta tecnologia tem sido adotada por empresa como: Pão de Açúcar, Procter & Gamble, entre outros que estabeleceram um projeto para desenvolvimento de uma solução para a cadeia de suprimentos.

Mais não devemos apenas centrar esforços uma área apenas, esta tecnologia nos traz tantas facilidades em centenas de outras áreas, que nem sempre sabemos que é utilizada, como em chaves de automóveis e outras que vemos diariamente como o SEM PARAR nos pedágios.

Ainda durante o estudo, constatamos que o uso das etiquetas de RFID (Radio Frequency Identification), pode assegurar benefícios principalmente nos seguintes pontos:

- Redução da mão de obra;
- Precisão da informação em tempo real;
- Aumento da eficiência.

Ficou claro que o custo de implantação da tecnologia de RFID está reduzindo rapidamente nos últimos anos, e essa tendência deve continuar principalmente, pelo aumento do número de empresas interessadas em implantar esta tecnologia, vislumbrando vantagens competitivas. Nos próximos anos o custo continuará caindo, e os esforços para melhoria da tecnologia continuarão. Com isso muitas empresas poderão adotar a tecnologia em seus processos.

Muitas discussões estão em andamento, para estabelecer os padrões de rádio que deverão ser comuns para as companhias utilizarem na tecnologia de RFID, sem a interferência de outros sinais de radio frequência, de serviços existentes.

Os centros de estudos, tais como: MIT - Massachusetts Institute of Technology, IEEE, entre outros centros mundiais, juntamente com as companhias, trabalham intensivamente para estabelecer estes padrões, que deverão ser comum e contribuir significativamente para a ampliação do uso da tecnologia de RFID mundialmente.

Os artigos e as bibliografias consultadas que tratam dos riscos com a nova tecnologia, apontam para mudanças com resistências naturais nestes processos de inovação tecnológica. No entanto, com a democratização do trabalho, e a transparência nas negociações, estas resistências serão tratadas naturalmente, bem como a mudança propriamente dita.

Tanto se fala a respeito do meio ambiente e as dificuldades em segregar, coletar, e reciclar produtos, porém, este tema, tem condições de ser pesquisado em oportunidades futuras, levando em consideração o grande potencial mercadológico que o país oferece. Sem dúvida, o uso da tecnologia de RFID no mercado brasileiro será tema de muitas outras pesquisas futuras.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] KEITH, Alexander, et. al., “Focus on the Supply Chain: Applying Auto-ID within the distribution Center”, Auto Id Center MIT - Massachusetts Institute of Technology, June, 2002.
- [2] LANDT, Jeremy, “The history for RFID”, IEEE Computer Society and Auto-ID Center Massachusetts Institute of Technology, November 2005.
- [3] BROCK, David L. The Electronic Product Code (EPC) – “A Naming Scheme for Physical Objects”. Disponível em: <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/MITAUTOID-WH-002.pdf> (acesso em 13/09/2006).
- [4] BROCK, David L. The Physical Markup Language – “A Universal Language for Physical Objects”. Disponível em: <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/MIT AUTOID-WH-005.pdf> (acesso em 13/09/2006).
- [5] FLEISCH, Elgar, “Business Impact of Pervasive Technologies Opportunities and Risks”, Auto-id Labs University St. Gallen, Institute of Technology Management, ETH Zurich, March, 2006.
- [6] FLEISCH, Elgar, et al., RFID – “The Opportunity for Logistics Service Provider, Auto-id Labs University St. Gallen, Institute of Technology Management”, ETH Zurich, September, 2005.
- [7] WEINSTEIN, Ron, “RFID a technical Overview and its application to the Enterprise”, IEEE Computer Society, May / Jun-2005.
- [8] ROUSSOS, George, “Enabling RFID in retail”, IEEE Computer Society and Birkbeck College, University of London, March 2006.
- [9] EAN & UCC, “Global Trade International Number – Implementation Guide”. http://www.uccouncil.org/ean_ucc_system/pdf/GTIN.pdf (acesso em 16/09/2006).
- [10] FINKENZELLER, Klaus. RFID Handbook – “Fundamentals and Applications in Contact less Smart Cards & Identification” - Published by John Wiley & Sons Ltd, England Hardback book, 2nd Edition, 2003.
- [11] ACURA, Technologies Ltd. – “Casos e Aplicações da Tecnologia RFID” Disponível em: www.acura.com.br/aplic_log_20.php (acesso em 13/11/2006).
- [12] VIVEK, Agarwal, “Assessing the benefits of Auto-ID Technology in the Consumer Goods Industry”, Cambridge University auto-id center, September 1, 2001.

- [13] HODGES, Steve Hodges and Duncan McFarlane, “Radio frequency identification: Technology, applications and impact”, Cambridge University UK, Auto-ID Lab, September, 2005.
- [14] PHILLIPS, Ted, “Security Standards for the RFID Market”, IEEE Computer Society, Nov-Dec, 2005.
- [15] NADEEM, Raza, Viv Bradshaw, Matthew Hague, “Application of RFID Technology”, IEEE Computer Society, 5, 2003.
- [16] GAVIN, Chappell, et al., “The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain”, Auto-id Center Massachusetts Institute of Technology, February, 2003.
- [17] AIM, “Radio Frequency Identification – RFID – A basic primer”, AIM International, 1998,16p.
- [18] ELATEC, “Application reports”, Disponível em: www.elatecworld.com/rfid.html (acesso em 18/08/2007).
- [19] Finkenzeller, Klaus. RFID Handbook: Fundamentals and Application in Contactless Smart Cards and Identification, 2. ed. Grã Bretanha: Wiley, 2003.
- [20] Disponível em <http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI1079486-EI4805,00.html>, acessado em 25/07/2007.
- [21] Grupo Pão de Açúcar, “Caras do Brasil”, disponível em: www.grupopaodeacucar.com.br/carasdobrasil/ , (acesso em 21/08/2007).
- [22] Siemens, “Siemens Communications integra soluções RFID”, disponível em: http://www.siemens.com.br/templates/template_revista_content.aspx?channel=5856&id_in_dice=88&id_revista=19&id_conteudo=16558 , (acesso em 28/08/2007).
- [23] HP Brasil, “HP Brasil adota RFID para coordenar reciclagem de produtos”, disponível em: <http://computerworld.uol.com.br/gestao/2007/09/05/idgnoticia.2007-09-05.9128818201/>, (acesso em 06/09/2007).
- [24] HP Brasil, "O Crescimento da HP no Brasil", disponível em: <http://www.bancohoje.com.br/artigo.asp?Artigo=1954&Pagina=2>, (acesso em 28/08/2007).
- [25] GM do Brasil, “RFID acelera integração da fábrica da GM Brasil às demandas do mercado”, disponível em: <http://computerworld.uol.com.br/mercado/2007/08/20/idgnoticia.2007-08-19.9350867591/>, (acesso em 06/09/2007).

- [26] Ceitec, “Brasil desenvolve primeiro chip RFID para controle de estoques”, disponível em: <http://computerworld.uol.com.br/comunicacoes/2007/06/19/idgnoticia.2007-06-19.6354309419/>, (acesso em 06/09/2007).
- [27] Associação Brasileira de e-Business, “Mais de 60% das empresas brasileiras querem RFID em menos de 2 anos”, disponível em: <http://computerworld.uol.com.br/comunicacoes/2007/02/13/idgnoticia.2007-02-13.9630334954/>, (acesso em 06/09/2007).
- [28] Computerworld, Marc L. Songini-IDG News Service (EUA), “Intel apresenta chip compacto de RFID que promete reduzir preços de leitores”, disponível em: <http://computerworld.uol.com.br/mercado/2007/03/07/idgnoticia.2007-03-07.3467389580/>, (acesso em 07/03/2007).
- [29] Pellegrino, EPC, “Sucessor e tanto do código de barras sistema”, disponível em: <http://www.pellegrino.com.br/revista/vitrine.asp>, (acesso em 21/09/2007).
- [30] Plantão INFO, Zmoginski, Felipe, “Hitachi exhibe menor RFID do mundo”, disponível em: <http://info.abril.com.br/aberto/infonews/022007/21022007-1.shl>, (acesso em 07/03/2007).
- [31] Revista pesquisa Fapesp, de Oliveira, Marcos, “Fábrica de chips”, disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=3279&bd=1&pg=1&lg>, (acesso em 28/09/2007).
- [32] Wal Mart Brasil, “Compromisso com o Brasil”, disponível em: http://www.walmartbrasil.com.br/wmbrazil/wmstores/Mainabout.jsp?BV_SessionID=@@ @0289135387.1193851026@@@&BV_EngineID=ccccaddkghddkckfcfkjdgoodglh.0&pagetype=&template=SubCntDisplay.jsp&subCatOID=-8105&categoryOID=-8105, (acesso em 28/09/2007).
- [33] Korth, “Cases e aplicações”, disponível em: <http://www.korth.com.br/index.htm>, (acesso em 28/09/2007).
- [34] Ceitec, “Primeiro chip de RFID projetado no Brasil”, disponível em: <http://www.ceitecmicrosistemas.org.br/portal/home.php>, (acesso em 28/09/2007).
- [35] RFIDCC, Produtos, disponível em: <http://www.rfidcc.com.br/>, (acesso em 31/10/2007).