

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRONICA
TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES**

EVELTON ROBERTO GALLI

**AUTOMAÇÃO DE LEITURA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES
USANDO IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA E
INTELEGÊNCIA ARTIFICIAL EM SEMÁFOROS**

MONOGRAFIA

CURITIBA

2012

Evelton Roberto Galli

Automação de leitura de veículos automotores usando identificação por
rádio frequência e inteligência artificial em semáforos

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Teleinformática e Redes de Computadores, do Departamento Acadêmico de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Walter Godoy Junior.

CURITIBA

2012



TERMO DE APROVAÇÃO

AUTOMAÇÃO DE LEITURA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES USANDO IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SEMÁFOROS

por

Evelton Roberto Galli

Esta monografia foi apresentada às 16hs do dia 11 de Maio de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado com a nota .9,0 (nove inteiros).

Prof. Dr. Walter Godoy Junior
(UTFPR)

Prof. Dr. Emilio Carlos Gomes Wille
(UTFPR)

Visto da Coordenação

Prof. Dr. Walter Godoy Júnior
Coordenador do Curso

Dedico este trabalho a minha esposa Emanuele e a meu filho Gabriel que durante todo o tempo da pesquisa e desenvolvimento participaram da minha correria. Os dois perceberam minha ausência porem em todos os momentos me deram apoio e muita força para chegar ao final de mais uma etapa.

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui uma pequena parte do grandioso agradecimento que devo as pessoas que me ajudaram a chegar ao final de mais uma importante caminhada no aprendizado em minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço muito a minha inigualável esposa Emanuele, pois sem seu apoio seria muito difícil completar essa caminhada onde, em momentos difíceis, ela estava sempre presente para me apoiar e me oferecer seu carinho.

Agradeço imensamente ao meu filho Gabriel que em vários momentos o deixei de lado, mas ele com seu amor e carisma nunca me deixou só.

Agradeço aos meus pais Joani e Laura que sempre acreditaram no meu potencial e a meus sogros Arquelau e Cremilda que nunca deixaram de me incentivar.

Agradeço ao meu orientador Prof. Walter Godoy Junior e aos meus colegas de turma que muitos materiais compartilharam.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa e minha conclusão na especialização.

Os robôs microscópicos seriam capazes de construir, átomo por átomo, o que quiserem: células, casas, água, animais, pessoas... Se esses aparelhos forem regidos por inteligência artificial, terão vontade própria. E quem garante que não vai dar neles vontade de destruir o mundo?

(JOY, Bill, 2000).

RESUMO

GALLI, Evelton Roberto. Automação de leitura de veículos automotores usando identificação por rádio frequência e inteligência artificial em semáforos. 2012. 62 f. Programa de Pós-Graduação em Teleinformática e Redes de Computadores, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

A era da informação ainda se depara com problemas corriqueiros, que consomem muito tempo, precioso nos dias modernos, para pessoas e empresas, e que custam muito caro na análise de produtividade e bem estar. O trânsito hoje é considerado, por muitos, um problema de difícil solução da atual situação globalizada. Métodos antigos e de grande impacto na vida das pessoas ainda regem as regras de quando devemos parar, ter atenção ou avançar, isto é, a peça fundamental para nos reger nas filas e congestionamentos: o semáforo. O método adotado desde a invenção desse objeto é usado em praticamente todos os países. É ele que determina, em minutos ou segundos, os avanços e paradas nas principais vias das cidades. Uma solução simples e comprovadamente eficaz é a aplicação de inteligência artificial a essas simples placas de componentes eletrônicos que seguem uma programação temporal. Essa inteligência artificial aplicada em conjunto a um banco de dados e gerando informações a partir da tecnologia RFID, exerce função única e objetiva para o plano do estudo proposto a partir deste. O resultado é facilmente entendido: eliminamos o tempo perdido em um semáforo que mesmo não tendo veículos passando em sua via continua com a sinalização siga (verde) devido a sua programação ser executada por tempo. Isso faz com que outros veículos que aguardam na outra via fiquem parados desnecessariamente. Ao usufruir da IA, aliada ao poder eficaz do RFID, conseguiremos obter informações precisas e importantes para darmos aos semáforos regras perfeitas quando deverão permanecer abertos ou fechados ou ainda quando deverão dar prioridade para a via que estiver mais congestionada. Desse modo gera-se maior conforto a motoristas e pedestres, menor tempo perdido e maior produtividade e bem estar. Pode-se ainda usufruir dessa tecnologia para obter dados úteis de veículos inadimplentes, de veículos roubados, localização de veículos para baratear custos com seguros e muitas outras informações colhidas com o uso dessa tecnologia.

Palavras-chave: Trânsito. Semáforo. Inteligência Artificial. RFID.

ABSTRACT

GALLI, Evelton Roberto. Automation of reading of vehicles using radio frequency identification and artificial intelligence in traffic lights. 2012. 62 f. – Post Graduate Program in TeleIT and Computer Networks, Federal Technology University - Paraná. Curitiba, 2012.

The information age is still faces common problems, which require many hours, something precious in modern times, for people and companies, and which are also very expensive in the analysis of productivity as well as welfare.

Traffic is now considered by many as being a difficult problem of the current global situation. Old Methods which are of great impact in the lives of people still regulate on when to stop, pay attention or move forward, ie, the critical device for us to regulate the queues and traffic jams : the traffic light. The method used since the invention this object is used in almost all countries. It determines, in minutes or seconds, and stops the progress in the main streets of cities. A simple and efficiently proven solution would be the application of artificial intelligence to these simple plates of electronic components which follow a time schedule. This artificial intelligence, applied in conjunction with a database and generating information from the RFID technology has a unique and objective function for the plan proposed by this study. The result is easily understood: eliminate time wasted on a semaphore that even if no vehicles passing in its route continues to follow the signs (green) due to its run-time programming. This makes other vehicles waiting in some other way stand still unnecessarily. By making use of AI, coupled with the effective power of RFID, we can obtain accurate and important to give perfect rules when the traffic lights should remain open or closed or when they should give priority to the route that is more congested. Thus it generates greater comfort to drivers and pedestrians, less wasted time and increased productivity and welfare. You can also take advantage of this technology to obtain useful data for delinquent vehicles, stolen vehicles, vehicle location in order to lower insurance costs and other information collected using this technology.

Keywords: Transit. Traffic Light. Artificial Intelligence. RFID.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Funcionamento do Sistema RFID.....	17
Figura 2 – Etiqueta RFID do tipo passiva	18
Figura 3 – Leitor RFID para 13.56MHz.....	19
Figura 4 – Estrutura UPC utilizada em produtos com código de barras	20
Figura 5 – Estrutura UPC utilizada em produtos no sistema RFID	21
Figura 6 – Palete utilizado para transportar embalagens	23
Figura 7 – Chip para utilizar em humanos	25
Figura 8 – Cadeia de Suprimentos Projeto piloto para RFID CBD	35
Figura 9 – Trânsito intenso em SP	39
Figura 10 – Circuito Eletrônico de um Semáforo	41
Figura 11 – Local de Instalação da Antena Leitora na via	42
Figura 12 – Mapa do centro de Curitiba	43
Figura 13 – Trecho destacado do Mapa do centro de Curitiba.....	43
Figura 14 – Esquema complexo de Vias, Semáforos e Antenas leitoras	45

LISTA DE SIGLAS

CHIP	Circuito Eletrônico Miniaturizado
CM	Centímetros
EPC	Código Eletrônico de Produto
GHZ	Giga-hertz
IA	Inteligência Artificial
ID	Nome exclusivo para Identificação Pessoal
IP	Protocolo Internet
KHZ	Quilo-hertz
MHZ	Mega-hertz
PDA	Assistente Pessoal Digital
PSA	Assistente Pessoal de Compras
RF	Radio Frequência
RFID	Identificação por Rádio Frequência
TAG	Dispositivo para Identificação e Rastreamento
UHF	Frequência Ultra Alta
UPC	Código Universal de Produto
USB	Porta de Leitura com Barramento Universal
U\$	Dólar

LISTA DE ACRÔNIMOS

BIT	Dígito Binário
CBD	Companhia Brasileira de Distribuição
CHEP	Commonwealth Handling Equipment Pool
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachussets
NTU	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
RFID	Radio Frequency IDentification
RIT	Rede Integrada de Transporte
SINIAV	Sistema de Identificação Automática de Veículo
CONTRAN	Conselho de Trânsito

LISTA DE SÍMBOLOS

2^{32} Expoente de Potenciação: numero de vezes que é multiplicado a base 2
 2^{256} Expoente de Potenciação: numero de vezes que é multiplicado a base 2

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	CONCEITOS	15
2.1	IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA - RFID	15
2.2	FUNCIONAMENTO DO SISTEMA RFID	16
2.2.1	Etiquetas Passivas e Ativas	18
2.2.2	Leitor RFID.....	19
2.3	RFID E FREQUÊNCIA DE COMUNICAÇÃO.....	19
2.4	CÓDIGO DE BARRAS VERSUS CÓDIGO ELETRÔNICO	20
2.5	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA RFID.....	22
2.6	APLICAÇÕES DA RFID.....	24
2.6.1	Aplicação Hospitalar	24
2.6.2	Identificação Humana	24
2.6.3	Uso Industrial	25
2.6.4	Aplicação Comercial	26
2.6.5	Segurança.....	26
2.6.6	Identificação Animal	27
2.6.7	Manutenção	28
3	EMPRESAS QUE UTILIZAM RFID	28
3.1	SUPERMERCADO DO FUTURO	29
3.2	WAL-MART	31
3.3	US DEPARTMENT OF DEFENSE (DOD)	32
3.4	RFID NO BRASIL	33
3.4.1	EMBRAPA – Aplicação em bovinos.....	33
3.4.2	Cadeia de suprimento do futuro – Grupo Pão de Açúcar.....	34
3.4.3	Sistemas de Bilhetagem Eletrônica	36
4	METODOLOGIA DE APLICAÇÃO EM SEMÁFOROS	37
4.1	ANÁLISE DO PROJETO.....	38
4.2	HISTORIA DO SEMÁFORO	39
4.3	SEMÁFORO – FUNCIONAMENTO E CARACTERÍSTICAS	40
4.4	ANÁLISE DA INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	41
4.5	APLICAÇÃO E VIABILIDADE DO PROJETO.....	42
4.6	ABRANGÊNCIA E INVESTIMENTO DO SISTEMA.....	48
5	CONCLUSÃO	50
	ANEXO A - Resolução N° 212 CONTRAN de 13/11/2006	53
	ANEXO B - Portaria N° 570 CONTRAN de 27/06/2011	60

1 INTRODUÇÃO

A RFID (tecnologia de identificação por rádio frequência) expandiu principalmente na área de logística. Esta tecnologia é também conhecida como etiquetas inteligentes ou etiquetas eletrônicas. Pode ser aplicada em controle de acesso, identificação de produtos em estoque, sistemas de logística e até para identificação de seres humanos.

Empresas internacionais de grande porte como Wal-Mart e Gillette aderiram ao uso da RFID para automatizar o controle de logística de suas empresas. Já podemos verificar o uso de RFID em portas eletrônicas, nos sistemas de pedágios automatizados e nos sistemas de bilhetagem eletrônica para transporte coletivo.

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um sistema capaz de gerenciar as atividades que envolvam a tecnologia RFID em um projeto para automatizar o tráfego das metrópoles e grandes cidades organizando, agilizando e até mesmo aplicando punição a motoristas e seus veículos.

Para atingir o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram traçados, a saber:

- Pesquisar as especificações técnicas de equipamentos tais como leitores de RFID e etiquetas emissoras de sinal de radio frequência;
- Levantamento das variâncias de ferramentas aplicáveis que esse sistema abre para ser explorado.
- Aplicação de Inteligência Artificial para prover inúmeros dados dos quais podemos trabalhar uma parte, várias partes ou um todo para a melhoria e desenvolvimento do tráfego urbano.

2 CONCEITOS

Neste capítulo será apresentada a tecnologia RFID, desde conceitos básicos, aplicações, detalhamento técnico sobre seu funcionamento e confiabilidade. O presente capítulo além de explicar em detalhes o uso e funcionamento da RFID, será voltado para a área comercial, tratando das operações realizadas com os clientes e reposição de estoque.

2.1 IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA - RFID

A tecnologia de RFID tem suas raízes nos sistemas de radares utilizados na Segunda Guerra Mundial. Os alemães, japoneses, americanos e ingleses utilizavam radares – que foram descobertos em 1937 por Sir Robert Alexander Watson-Watt, um físico escocês – para avisá-los com antecedência de aviões enquanto eles ainda estavam bem distantes. (WIKIPEDIA, 2012).

A questão era encontrar uma forma de identificar quem era inimigo ou amigo retornando de uma missão. A técnica adotada para diferenciar os aviões aliados de inimigos foi à realização de manobras giratórias no ar modificando o sinal emitido pelo radar da base, refletindo um novo sinal diferente dos outros que estavam no ar e assim se deu o primeiro sistema RFID passivo.

O RFID está em uso em nosso meio, como por exemplo, um sistema de cartão que facilita a passagem em pedágios, cartões de aproximação para identificação ou para uso como cartão ponto. Além disso, a tecnologia RFID está sendo cada vez mais utilizada como mecanismo de segurança ao ser empregada juntamente com a biometria.

A tecnologia RFID não requer contato ou linha de visão para a comunicação, as informações das tags (etiquetas emissoras de sinal de radiofrequência) podem ser lidas através do corpo humano, roupas e materiais não metálicos.

Um sistema de RFID basicamente consiste de três componentes:

- Transponder (Tag);
- Antena/Dispositivo de leitura;
- Computador para armazenamento e processamento dos dados.

A Figura 1 ilustra o funcionamento básico de um sistema RFID, onde uma tag envia as informações nela armazenadas via sinais de radiofrequência ao dispositivo de leitura, que os interpreta e envia por meio físico a um computador. O código de barras utilizado atualmente é composto de 13 números. Os três primeiros números referem-se ao país de origem do produto, os quatro seguintes ao fornecedor, e os seis seguintes à identificação do produto (GS1, 2007).

Com apenas seis números restantes a identificação dos produtos enfrenta limitações. Para o consumidor esses números não apresentam problemas, mas para a empresa varejista, toda a estratégia de reposição de estoque é baseada nessas informações.

A evolução tecnológica e os esforços de grupos industriais geraram uma tecnologia capaz de gravar uma sequência numérica de 96 bits, em breve com 128 bits, em um chip dez vezes menor do que uma formiga. A dimensão atual permite que este micro chip seja inserido em etiquetas aplicadas a uma infinidade de produtos, dando origem ao termo 'etiqueta inteligente' (BRAUN, 2006).

Estudos realizados no final da década de 90, por grandes grupos de empresas buscavam um substituto para o código de barras. As empresas Uniform Code Council, EAN International, Procter & Gamble e Gillette, uniram-se e criaram o Auto-ID Center, no MIT – Instituto de Tecnologia de Massachussets. A função do Auto-ID Center é tratar do novo sistema de identificação (BRAUN, 2006).

Os trabalhos desenvolvidos resultaram em variadas aplicações potenciais, diversos fornecedores de chips, leitores e softwares com padrões tecnológicos diferentes. Para direcionar as soluções foi criada a GS1 (GS1, 2007), que tem trabalhado na padronização e nos avanços do RFID pela indústria atualmente.

2.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA RFID

Os sistemas de RFID basicamente consistem em três componentes: antena, leitor, também conhecido como Transceiver, e uma etiqueta, normalmente chamada de RF Tag ou Transponder, este último é composto por uma antena e um chip, no qual, eletronicamente, é programado com a informação que identifica o produto.

A antena do leitor emite um sinal de rádio frequência. Como a rádio frequência é composta por ondas eletromagnéticas que transportam energia, quando a etiqueta entra no campo eletromagnético gerado pela antena, surge então

uma corrente elétrica na antena da RF Tag. A corrente gerada é capaz de fazer o micro circuito contido na etiqueta funcionar e assim o leitor consegue ler ou salvar dados na memória da etiqueta.

A antena, conforme ilustrado na Figura 1, serve de meio para fazer a RF Tag receber ou enviar informações ao leitor. As antenas são oferecidas pelos fabricantes em diversos formatos e tamanhos, cada configuração possui características distintas de acordo com a aplicação.

O leitor, através de sua antena, emite ondas de rádio que são dispersas em diversos sentidos no espaço desde alguns centímetros até alguns metros, dependendo da potência de saída e da frequência de rádio usada, gerando um campo de leitura.

Quando a RF Tag passa entre a zona eletromagnética gerada pela antena, esta é detectada pelo leitor. O leitor decodifica os dados que estão codificados na etiqueta, passando-os para o computador realizar o processamento, de acordo com a Figura 1 (SWEENEY II, 2005).

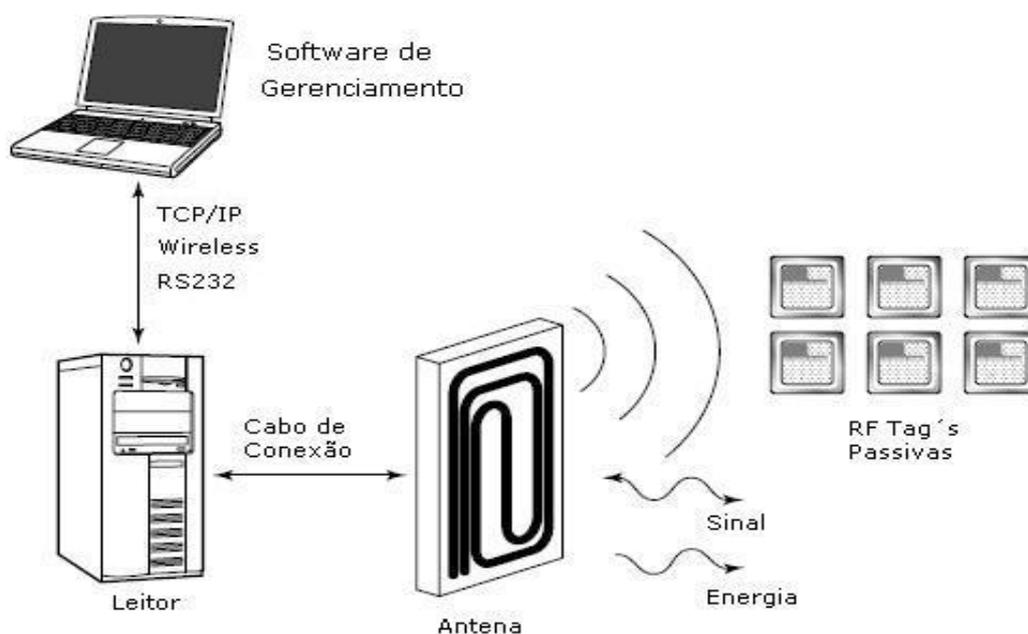


Figura 1 – Funcionamento do Sistema RFID

Fonte: SWEENEY II, 2005

As antenas podem ser no formato de pastilhas, argolas, cartão ou retangulares. Os materiais utilizados para o seu encapsulamento podem ser do tipo

plástico ou vidro. O tipo de RF Tag é definido conforme a aplicação, ambiente de uso e desempenho. Existem duas categorias de etiquetas: Ativas e Passivas.

2.2.1 Etiquetas Passivas e Ativas

As RF Tag's passivas possuem menor custo e são usadas em locais onde não é necessária leitura de longo alcance, em contrapartida as etiquetas ativas têm um custo elevado e são aplicadas em locais nos quais é preciso realizar leitura das etiquetas em movimento.

As etiquetas ativas são alimentadas por uma bateria interna e tipicamente são de escrita e leitura, ou seja, pode ser atribuída uma nova informação ao chip. Além da diferença do custo, as etiquetas ativas têm vida útil limitada de no máximo 10 anos.

As etiquetas passivas operam sem bateria, sua fonte de energia é o próprio leitor, através das ondas de rádio frequência. A Figura 2 mostra uma etiqueta do tipo passiva. As RF Tag's passivas são mais baratas que as ativas e possuem teoricamente uma vida útil ilimitada. As etiquetas passivas geralmente são do tipo somente leitura – read-only, usadas para curtas distâncias e requerem um leitor mais completo e com maior potência.

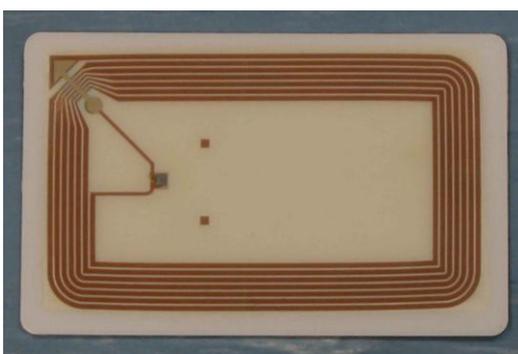


Figura 2 – Etiqueta RFID do tipo passiva

Fonte: SWEENEY II, 2005

2.2.2 Leitor RFID

O leitor RFID é o dispositivo que faz a recepção da informação recebida pela antena. Este aparelho é conectado a um computador, via porta serial, usb ou ethernet, no qual há um software para gerenciamento da informação recebida. Existem modelos de leitores que também enviam informação para a antena, ou seja, são do tipo leitura e escrita e podem alterar a informação contida na etiqueta, com o uso de um software específico para esta função. A Figura 3 mostra um modelo de leitor RFID com antena integrada do tipo leitura e escrita, para a frequência de 13,56MHz.



Figura 3 – Leitor RFID para 13.56MHz

Fonte: SWEENEY II, 2005

2.3 RFID E FREQUÊNCIA DE COMUNICAÇÃO

Os sistemas de RFID também são definidos pela faixa de frequência que operam. Sistemas de baixa frequência operam até a faixa de 125kHz. Os sistemas de alta frequência operam em 13,56MHz, esses dois sistemas citados são de baixo custo e têm alcance de no máximo 10 cm. São normalmente utilizados para controle de acesso, rastreabilidade de produtos e identificação de animais (SWEENEY II, 2005).

Sistemas UHF – Ultra High Frequency, ou seja, ultra-alta frequência operam na faixa de 850MHz a 950MHz e 2.4GHz a 2.5GHz. São utilizados em leituras de médias e longas distâncias e leituras em alta velocidade. Geralmente são utilizados para leitura de RF Tag's em veículos e coleta automática de dados.

2.4 CÓDIGO DE BARRAS VERSUS CÓDIGO ELETRÔNICO

O código universal de produto, UPC – Universal Product Code, de acordo com a Figura 4, é o padrão utilizado para os códigos de barras (SWEENEY II, 2005). O UPC, hoje conhecido como o código de barras, surgiu na década de 70, possui limitações, já que somente indica o código do fabricante e código do produto, além disto, é necessária a intervenção humana para capturar a informação armazenada no código de barras.

A leitura de um código de barras é via leitores óticos, que não garantem precisão, qualquer rasura em um código de barras impossibilita o leitor de capturar a informação, sendo necessário que o usuário do sistema insira manualmente o código numérico do produto. Por exemplo, uma embalagem com um produto congelado, pode ter seu código de barras danificado por causa da umidade gerada por descongelamento. O mesmo produto identificado com uma RF Tag não apresenta problemas, pois o circuito da maioria das etiquetas é protegido por um encapsulamento plástico.



Figura 4 – Estrutura UPC utilizada em produtos com código de barras

Fonte: SWEENEY II, 2005

As barras em preto e os espaços vazios entre as barras gravam diferentes representações dos dados, sendo o código real numérico da estrutura UPC. Similar ao endereçamento IP da Internet, o código UPC é composto de quatro subconjuntos diferentes (SWEENEY II, 2005).

A primeira parte é um único dígito que indica o sistema de numeração usado para interpretar os caracteres restantes. Por exemplo, se for um zero, indica um

código UPC regular. A segunda parte, composta por cinco dígitos mostram o código do fabricante e os próximos cinco dígitos da terceira parte indicam o código do produto. O último dígito serve para verificação, se a sequência do código começa com um determinado número, irá terminar com outro de acordo com o qual iniciou (SWEENEY II, 2005).

Com cinco dígitos para o fabricante e mais cinco para o produto, o código UPC pode fornecer até dez sistemas de numeração originais. Cem mil identificadores de fabricante, e cem mil tipos do produto para cada fabricante.

O código eletrônico de produto, EPC – Electronic Product Code, de acordo com a Figura 5, é o padrão de codificação para a RFID, o qual vem sendo tratado como o sucessor do código de barras.

O EPC supera o UPC principalmente pela capacidade de armazenamento de informação. Dependendo da capacidade total de uma RF Tag e dos dados carregados, um número EPC pode ser 32 a 256 bits, de 2^{32} a 2^{256} combinações. Isto significa que é muito superior aos cem mil números possíveis que o UPC pode comportar. O EPC pode ser usado para milhões de números seriais para cada tipo de produto, identificando-os de maneira única. A Figura 5 mostra a estrutura do código EPC.



Figura 5 – Estrutura UPC utilizada em produtos no sistema RFID

Fonte: SWEENEY II, 2005

A configuração de dados do EPC é completamente similar ao UPC, mas há algumas melhorias (SWEENEY II, 2005).

- a) Cabeçalho: Este fornece ao leitor de RFID que tipo de aplicação pertence o produto. O cabeçalho é projetado de modo que a RF Tag do EPC possa representar, por exemplo, uma identificação militar ou um código dos correios.

- b) EPC Gerente: A divisão seguinte é o número que identifica o fabricante ou um setor da empresa que o produziu.
- c) Classe do objeto: Identifica a classificação do produto.
- d) Número Serial: Identifica o produto com um número único e não apenas como o tipo de produto.

2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA RFID

A principal vantagem do uso de sistemas RFID é realizar a leitura sem o contato físico e não necessitando da visualização direta do leitor com RF Tag. Não há a necessidade de intervenção humana como acontece com os códigos de barras. No caso da RFID, é possível colocar a RF Tag em um produto, colocá-lo em uma caixa com outros produtos de mesmo tipo, e realizar a leitura desses produtos sem a necessidade de abrir a caixa. O leitor RFID possui internamente um sistema anticolisão, o qual permite a leitura de várias etiquetas praticamente ao mesmo tempo.

O tempo de resposta assim que a RF Tag for ativada é baixíssimo, menor que 100 milissegundos, ou seja, o intervalo de tempo de 0,1 segundo é o suficiente para o leitor receber a informação da etiqueta assim que a mesma passar pela região de leitura.

O sistema RFID torna-se uma boa solução para processos produtivos, nos quais se deseja capturar as informações com etiqueta em movimento, ou realizar leituras de diferentes produtos praticamente ao mesmo tempo.

Um dos recursos mais interessantes das etiquetas eletrônicas é o seu reaproveitamento. Existem no mercado RF Tag projetadas para leitura e escrita, ou seja, com uma etiqueta desse tipo é possível reutilizá-la em diversos produtos, pois é possível que a informação no seu chip seja modificada. Esse tipo de aplicação é mais comum em casos de aplicação de RF Tag's para identificação de paletes.

De acordo com a Figura 6 os paletes são peças construídas de madeira ou plástico e servem para transportar caixas em grande quantidade, com o auxílio de carrinhos especiais, chamados de empilhadeiras ou transpaletes.



Figura 6 – Palete utilizado para transportar embalagens

Fonte: Grupo Chep

Um mesmo palete usado para armazenar caixas de leite, por exemplo, poderá ser utilizado para posteriormente armazenar café, devido à possibilidade de alteração da informação da sua etiqueta.

A durabilidade das etiquetas eletrônicas é outro fator de vantagem sobre o código de barras. Para um produto chegar ao consumidor final, este passa por várias etapas desde o fabricante até a rede varejista. A identificação de paletes nesta etapa é feita somente uma vez com código de barras, ou seja, assim que os produtos são retirados do palete e vai para a prateleira, aquela etiqueta para identificação do palete será descartada, pois não terá mais utilidade. O tempo de uso de uma etiqueta com código de barras é curto, resiste a um ciclo da saída do fabricante até o comércio. Neste trajeto, se a etiqueta for danificada devido à umidade, por exemplo, será inutilizada, encurtando ainda mais seu tempo de uso.

As etiquetas eletrônicas possuem seu circuito protegido de agentes externos, como umidade ou poeira. Aliando a possibilidade de alterar a informação do chip, o tempo de uso se multiplica, podendo ser reutilizada em centena ou até milhares de ciclos entre o fabricante e a rede varejista. Para uma RF Tag ser inutilizada é preciso que seu circuito seja danificado, ou que se extrapole o tempo de vida útil dos componentes, os quais duram em média 10 anos.

Como a tecnologia de identificação por rádio frequência é muito recente, existem algumas desvantagens que dificultam sua aplicação no mercado. O principal fator é o alto custo de equipamentos necessários para implementação do sistema de RFID. Produtos que possuem baixo valor, por exemplo, produtos utilizados no dia a dia, produtos de limpeza, gêneros alimentícios etc., não há viabilidade de identificá-los com RF Tag's, devido ao custo das RF Tag's estar em torno de U\$ 1,00 no Brasil.

A falta de padronização entre os fabricantes de RF Tag's e leitores também dificulta a implementação de sistemas a um custo menor. A GS1 – Global Standart entidade responsável pela padronização do código de barras também é responsável pelo trabalho de padronização para os sistemas de RFID (GS1, 2007).

2.6 APLICAÇÕES DA RFID

A seguir serão vistas as principais aplicações da RFID na atualidade e estudos de futuras aplicações.

2.6.1 Aplicação Hospitalar

Pesquisadores da área de saúde sugerem o implante de um chip sob a pele humana. O objetivo é criar uma base de dados com as informações de saúde dos pacientes. No caso de uma consulta será possível acessar o registro completo do paciente. Funcionários de hospitais, remédios e equipamentos também podem ser identificados, criando um potencial de administração automática, reduzindo erros e aumentando a segurança.

Usando um leitor especial, os médicos e a equipe de funcionários do hospital podem buscar a informação do chip, tais como a identidade do paciente, seu tipo sanguíneo e os detalhes de suas condições de saúde, com o objetivo de agilizar o tratamento.

No caso de uma emergência, o chip pode salvar vidas, já que acabam com a necessidade de testes de tipo sanguíneo, alergias ou doenças crônicas, além de fornecer o histórico de medicamentos utilizados pelo paciente. Com isso obtém-se maior agilidade na busca de informações sem a necessidade de localizar prontuários médicos (WIKIPEDIA, 2012).

2.6.2 Identificação Humana

Implantes de RF Tag's usadas em animais agora estão sendo usadas em humanos também. Um experimento feito com implantes de RFID foi conduzido pelo

professor britânico de cibernética Kevin Warwick, que implantou um chip em seu braço em 1998. A empresa Applied Digital Solutions propôs seus chips como uma solução para identificar fraude, segurança em acesso a determinados lugares, acesso a computadores, banco de dados de medicamento, iniciativas antissequestro entre outros.

Combinado com sensores para monitorar as funções do corpo, o dispositivo poderia monitorar pacientes. O Baja Beach Club, uma casa noturna em Barcelona, na Espanha, e em Rotterdam, na Holanda usa uma RF Tag implantada em alguns de seus frequentadores para identificá-los como clientes preferenciais.

Em 2004 um escritório de uma empresa mexicana implantou 18 chips em alguns de seus funcionários para controlar o acesso a sala de banco de dados.

Recentemente a Applied Digital Solutions anunciou o VeriPay, um chip que é implantado sob a pele. Nesse caso, quando alguém for a um caixa eletrônico, bastará fornecer sua senha bancária e um scanner varrerá seu corpo para captar os sinais que a RF Tag transmite com os dados de seu cartão de crédito (WIKIPEDIA, 2012).



Figura 7 – Chip para utilizar em humanos

Fonte: (Langley 2007)

2.6.3 Uso Industrial

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 de manutenção, como o de substituição e administração das mesmas. A RFID tem um papel importante de segurança nas indústrias. Podem ser usadas na

identificação de recipientes, embalagens e garrafas, principalmente em produtos químicos e gases, nos quais, um erro na hora de embalar pode causar sérios danos.

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 as RF Tag's podem guardar mais informações, como dono do recipiente, conteúdo, volume, preenchimento, pressão máxima e dados de análise. Além dos dados poderem ser mudados, um mecanismo de segurança pode ser implantado, evitando escrita ou leitura não autorizadas (WIKIPEDIA, 2012).

2.6.4 Aplicação Comercial

Os leitores de RFID podem ser instalados em aparelhos que fazem parte do dia-a-dia das pessoas, como os celulares. Colocando um destes celulares em frente a um produto com uma RF Tag, obtém-se seu preço e suas especificações. O celular também pode ser usado para compras, através da leitura da RF Tag de um determinado produto. A companhia de cartão de crédito efetua o pagamento através da autorização do celular.

Outro exemplo de aplicação para RFID em celulares é o check-in em hotéis. Assim que o hóspede faz o check-in, o hotel envia o número do quarto e a chave para o celular do hóspede. Este se encaminha para o quarto e usa seu celular para destravar a porta (WIKIPEDIA, 2012).

2.6.5 Segurança

Um sistema RFID pode oferecer na área de segurança serviços com os sistemas de imobilização. No início dos anos 90 o roubo de carros cresceu, tornando o mercado de segurança para veículos 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 faixa de 433.92MHz. Neste tipo de sistema de segurança para carros, é somente este controle que pode acionar o destravamento do carro.

Permitir que um veículo seja 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 RFID pode agir neste ponto, verificando a autenticidade da chave. Assim o sistema antigo cuida do alarme e destravamento, e a RFID da imobilização. Se uma chave que não for a original do carro tentar ligá-lo, o mesmo será imobilizado, mesmo que o alarme tenha sido desligado e as portas abertas. Imobilização Eletrônica é o nome dado a este sistema, no qual o sistema de ignição é combinado com uma RF Tag, incorporada diretamente na chave (WIKIPEDIA, 2012).

2.6.6 Identificação Animal

A aplicação de RFID na identificação de animais, ajuda no gerenciamento dos mesmos entre as companhias, no controle de epidemias e a garantia de qualidade e procedência. A identificação animal por sistemas de RFID pode ser feita de quatro maneiras diferentes:

- colares
- brincos
- injetáveis
- ingeríveis

Os colares são fáceis de serem aplicados e transferidos de um animal para outro, é usado geralmente apenas dentro de uma companhia. No caso dos brincos, são as RF Tag's de menor custo, e podem ser lidas a uma distância de até um metro. No caso das RF Tag's injetáveis, que são usadas há cerca de 10 anos, esta é colocada sob a pele do animal com uma ferramenta especial, um aplicador parecido com uma injeção. A RF Tag ingerível, ou bolus como também é chamada, é um grande comprimido de forma cilíndrica revestida por um material cerâmico, resistente a ácido. Este comprimido pode ficar no estômago do animal por toda sua vida (WIKIPEDIA, 2012).

2.6.7 Manutenção

As principais preocupações em um processo de manutenção de sistemas complexos podem ser resumidas em informações precisas e atuais sobre os objetos, a transferência em tempo real das informações dos incidentes críticos e acesso rápido as bases de conhecimento necessárias para a solução do problema.

Um dos aspectos interessantes da RFID é a possibilidade de manter um histórico de manutenção no próprio objeto, melhorando, dessa forma, a sua manutenção.

Outro fator é a segurança, pois a RF Tag encontra-se no próprio objeto. Desta forma, ações fraudulentas são evitadas de maneira mais eficaz. Como cada objeto possui uma única etiqueta, não clonável, os prestadores de serviços não podem fraudar os relatórios de manutenção, informando, por exemplo, a troca de peças que não foram efetivamente substituídas.

A RFID ainda propicia uma melhora na documentação do processo de manutenção, permitindo relatórios mais eficientes, além da redução dos custos administrativos em decorrência da diminuição da burocracia.

Devido à grande preocupação com a manutenção ágil e eficiente nas grandes empresas, a RFID torna-se uma alternativa interessante, já que provê facilidades para identificação, localização e monitoramento de objetos físicos (WIKIPEDIA, 2012).

3 EMPRESAS QUE UTILIZAM RFID

No capítulo a seguir serão vistas as aplicações de sucesso da RFID em conceituadas empresas, como é o caso do Wal-Mart, hoje um dos principais grupos que incentivam o uso da tecnologia no varejo e na logística. Além das aplicações existentes no exterior, existem aplicações em conceituadas empresas no Brasil, como é o caso dos pedágios automáticos instalados em rodovias privatizadas.

3.1 SUPERMERCADO DO FUTURO

O crescente volume de produtos comercializados diariamente em grandes redes de supermercados requer um sistema eficaz da sua cadeia de suprimentos. Quando esse sistema funciona de maneira eficaz significa maior lucro para o supermercado e maior satisfação dos clientes.

O objetivo do sistema de automação por RFID em um supermercado é garantir que exista reposição das gôndolas de forma eficiente, para melhor auxiliar o cliente na procura dos produtos. Outro ponto chave do sistema é eliminação de filas para pagamento.

Atendimento rápido e eficiente garante ao supermercado mais rotatividade de clientes e produtividade à empresa. Nem sempre isso é possível, porque quase todas as operações do varejo tanto na retaguarda como na frente da loja ainda dependem da intervenção humana, com erros de manuseio, controle de gôndolas, reposição de estoques e transporte.

Aos poucos essa realidade está mudando. O varejo do futuro trará muito mais rapidez e comodidade ao cliente, individualização e personalização no atendimento e, para a empresa, redução de custos, maior rotatividade nos estoques, mais eficiência na relação com fornecedores e integração da logística com sistemas de gestão.

Alguns exemplos de como vai funcionar essa automação podem ser vistos parcialmente em alguns supermercados e empresas de grande porte. Um dos casos mais conhecidos aonde à integração de sistemas chegou ao máximo é o supermercado Extra, do grupo alemão Metro Group.

Na pequena cidade de Rheinberg, no noroeste da Alemanha, foi aberto em 2003 a future store Extra, um conceito que utiliza RFID e Personal Digital Assistants - PDA's integrados às mercadorias, carrinhos de compras, gôndolas, estoques e fornecedores.

Desde que abriu a loja do supermercado do futuro, há dois anos, o Metro Group já identificou um aumento de 30% em sua base de clientes de Rheinberg. 85% dos clientes já utilizam as tecnologias oferecidas pelo Extra. Mesmo os clientes com idade acima de 60 anos não estranham as balanças automáticas que pesam,

reconhecem e identificam o produto com a emissão de uma RF Tag em uma impressora especial.

Na loja, o cliente empurra um carrinho com um display comandado por um Personal Shopping Assistant - PSA. Esse dispositivo, além de escanear as etiquetas dos produtos, também é capaz de fazer a leitura das informações do cartão inteligente do consumidor, muito útil nas futuras compras, pois ajuda a pessoa a encontrar o que costuma adquirir com frequência e indicar onde as mercadorias encontram-se, traçando a rota de localização dos produtos na tela do PSA. O mesmo cartão credita os pontos de fidelidade.

O PSA do carrinho calcula o subtotal das compras, pois todos os produtos com as RF Tag's são lidos ao serem colocadas ali dentro, o que agiliza bastante o pagamento.

Ao longo da loja, existem os terminais informativos de mercadorias, que trazem detalhes da fabricação, modos de preparo e até receitas. As etiquetas RFID permitem que os preços estejam sempre atualizados nas gôndolas, pois na área da loja existem antenas para realizar a atualização das informações nos produtos. Assim a loja evita diferenças de valores entre as prateleiras e as máquinas de saída, auxiliando a gerência do supermercado, que não tem a necessidade de etiquetar manualmente os produtos.

No caixa, o consumidor pode pagar em máquinas automáticas com seu cartão de crédito ou do banco, ou ainda pedir ajuda para um atendente totalizar com apenas um comando no display do PSA instalado no carrinho.

A tecnologia da loja do futuro permite a comunicação em tempo real por meio de rádio frequência, agilizando a reposição das gôndolas e dando baixa nos estoques por meio dos PDA's que os funcionários carregam. Os funcionários permanecem como elementos importantes para auxiliar clientes e a retaguarda, mesmo em um ambiente comandado pela automação.

Com essa rotatividade no estoque, os fabricantes podem programar suas áreas de produção e reduzir custos, além de aumentarem o controle de qualidade dos produtos, pois suas datas de validade serão monitoradas com mais regularidade (OLIVEIRA, 2012).

3.2 WAL-MART

A rede varejista Wal-Mart, a maior dos Estados Unidos, é conhecida por estar à frente de tecnologias relacionadas à logística do estoque e comercialização de produtos. Na década de 80 a rede incentivou que seus fornecedores usassem o código de barras para identificação dos produtos. Os códigos de barras surgiram na década de 70, mas foi com a iniciativa do Wal-Mart que se espalharam pelo mundo e até hoje são utilizados em todas as grandes redes varejistas, tanto no estoque como nas operações com o cliente.

Com o surgimento da RFID e várias empresas fornecendo soluções para identificação de produtos usando essa nova tecnologia, o Wal-Mart novamente está usando seu nome, e agora para popularizar a RFID. Atualmente, a rede está exigindo de seus principais fornecedores, o uso de etiquetas RFID em seus produtos. Com esta ação, seus fornecedores são obrigados a buscar soluções de RFID, o que faz aumentar o mercado para leitores e RF Tag's.

Em junho de 2003, o Wal-Mart, sendo a maior corporação da América, emitiu um relatório, o qual mais tarde se transformou em uma exigência, requerendo que no mínimo 100 de seus fornecedores, identificassem caixas e paletes com RF Tag's a partir de 1 de Janeiro de 2005 (THORNTON et al., 2006).

A Wal-Mart aplica a RFID nos seus processos de recebimento, por enquanto não ampliou seu uso para a comercialização com os clientes. No caso dos fornecedores a exigência mínima para o uso de RFID é a identificação de paletes e caixas. Os produtos recebidos com RFID devem possuir uma RF Tag instalada no palete ou caixa, assim quando o produto entra no estoque da rede, passará por uma região de leitura, o software de controle automaticamente faz a atualização do estoque de acordo com as informações contidas nas RF Tag's.

Nos Estados Unidos a Wal-Mart possui 3900 lojas, dessas, 500 usam RFID. Atualmente a rede conta com 100 fornecedores habilitados para RFID e em breve, até meados de 2007, 300 novos fornecedores estarão aptos a oferecer produtos com a tecnologia de RFID.

A aplicação do Wal-Mart é provavelmente a mais bem sucedida atualmente. Em novembro de 2005 a Universidade de Arkansas finalizou um estudo de seis meses, avaliando o resultado obtido com a aplicação de RFID.

De acordo com Linda Dillman, vice-presidente da Wal-Mart: Este estudo evidencia que o aumento de etiquetas eletrônicas nos produtos, são postos com mais frequência nas mãos dos clientes, fazendo melhorar a situação para clientes, fornecedores, e varejistas (THORNTON et al., 2006).

Com o uso de RFID a Wal-Mart conseguiu reduzir em 16% os itens do seu estoque, as saídas dos produtos com RF Tag's para as prateleiras levam três vezes menos tempo que os que usam códigos de barras, em resumo o controle do estoque foi 63% mais eficiente usando RFID.

3.3 US DEPARTMENT OF DEFENSE (DoD)

O Departamento de defesa dos Estados Unidos anunciou em Outubro de 2003, o uso de RFID por parte de seus fornecedores. O DoD conta com orçamento anual de 425 bilhões de dólares, sendo o maior comprador de bens. A RFID foi vista como uma maneira de resolver os enormes desafios de logística das forças armadas dos Estados Unidos, o volume de bens movimentados ao redor do mundo é grande e a RFID se tornou um atrativo para automatizar esse controle (THORNTON et al., 2006).

A implementação do sistema de identificação por rádio frequência, foi anunciada em 27 de julho de 2004 e dividiu-se em três fases:

- a) Os centros de distribuição de Susquehanna - Pensilvânia e San Joaquin - Califórnia, começaram a identificar com RF Tag's paletes para quatro classes de produtos a partir de 1 de janeiro de 2005;
- b) As exigências da segunda fase foram aplicadas a partir de 1 de janeiro de 2006 em 32 destinos militares e diversas classes de produtos receberam as RF Tag's;
- c) A terceira, e última fase, entrou em prática a partir de 1 de janeiro de 2007, com o objetivo de identificar todos os produtos individualmente com etiquetas eletrônicas, e usar os recursos de RFID em todos os destinos militares;

Atualmente o DoD tem usado a estrutura EPC padrão, eventualmente poderá exigir dos fornecedores que todas as etiquetas passivas sejam de 96 bits.

Entretanto as RF Tag's mais antigas serão aceitas temporariamente, a exigência é de que as etiquetas operem na faixa de frequência de 860 a 960 MHz (THORNTON et al., 2006).

A primeira e segunda fases do projeto foram prorrogadas, devido ao curto prazo para o início do projeto, 1 de janeiro de 2005. A primeira fase teve até 14 de novembro de 2005 para ser finalizada e a execução de um piloto do projeto até 1 de janeiro de 2007. Devido aos atrasos, o objetivo do uso de RFID passou a ser um empreendimento para longo prazo.

Atualmente são identificados produtos como: alimentos, roupas, ferramentas, artigos pessoais, peças de reposição para armas. Esses produtos seguem para o depósito de distribuição de Susquehanna na Pensilvânia ou San Joaquin na Califórnia. Apesar do atraso no projeto, obteve-se uma melhora de 80% no controle dos atuais produtos com RF Tag's (THORNTON et al., 2006).

3.4 RFID NO BRASIL

A seguir serão apresentados alguns exemplos de uso da tecnologia RFID no Brasil. Apesar de o Brasil não ter investido muito nesta área, como os Estados Unidos, situações de usos interessantes vem se mostrando cada vez mais comum em nosso país.

3.4.1 EMBRAPA – Aplicação em bovinos

A Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária testou diversos equipamentos e métodos com o objetivo de criar um sistema de rastreamento do rebanho brasileiro. O sistema desenvolvido pela Embrapa é composto de uma antena, leitor e um computador com software de gerenciamento.

A RF Tag que contém o chip com as informações do animal, é revestida de porcelana ou resina de mamona, esta peça é do tamanho da metade de uma caneta esferográfica e é fixada na cicatriz umbilical do animal. Esta região é segura, serve para acomodar a RF Tag e não tem como quebrar. (SANTANA, 2005).

A RF Tag acompanha o animal até o abate e após isso pode ser reaproveitada.

A Embrapa fechou contrato com um fabricante norte-americano para produção de RF Tag's com especificações próprias, de forma a atender a sua demanda e, eventualmente, garantir o abastecimento do mercado até o aparecimento de similares nacionais, caso a tecnologia tenha aceitação.

Todos os animais da empresa, cerca de doze mil cabeças, entre bovinos, ovinos, caprinos e suínos, serão identificados com RF Tag's, dentro do Programa Embrapa Carne de Qualidade, em fase de montagem. Implantado há três anos, o programa propõe uma série de procedimentos, da fazenda ao supermercado, e a certificação com um selo de qualidade através do qual o consumidor pode ter informações gerais sobre as características do animal e do sistema de produção pelo qual ele passou (SANTANA, 2005).

3.4.2 Cadeia de suprimento do futuro – Grupo Pão de Açúcar

No final de 2002 a CBD – Companhia Brasileira de Distribuição – Grupo Pão de Açúcar, tinha o objetivo de criar um grupo de trabalho para avaliar a viabilidade de aplicação de etiquetas eletrônicas a realidade brasileira. Em parceria com as empresas Accenture, Gillette, CHEP - Commonwealth Handling Equipment Pool e Procter & Gamble, as quais já possuíam conhecimento internacional no uso de RFID, decidiram criar um projeto piloto para realizar o estudo em questão.

O objetivo principal do estudo era testar a aplicação da RFID no mercado brasileiro, desvendando as oportunidades mais relevantes, os desafios de implantação na cadeia de suprimentos e em categorias específicas, fazendo um diagnóstico da base tecnológica dos integrantes da cadeia de suprimentos envolvida no piloto. A meta, ao fim do projeto, era relacionar custos e benefícios e traçar um mapa a respeito da aplicação da RFID no Brasil (GRUPO PÃO DE AÇÚCAR, 2007).

O projeto foi desenvolvido nas instalações industriais e centros de distribuição das empresas participantes. Essas empresas situam-se na Via Anhangüera, na cidade de São Paulo. A avaliação foi baseada na circulação de 1000 paletes da empresa CHEP, todos identificados com RF Tag's. Durante dois meses, entre setembro a dezembro de 2004, a tecnologia de RFID foi testada nos processos de recebimento e expedição de mercadorias e na troca de informações entre os parceiros.

Durante o processo houve a continuidade da utilização do código de barras em conjunto com as etiquetas eletrônicas. Não foram implementadas mudanças nos processos comerciais e logísticos vigentes nas empresas participantes e também não houve integrações com os sistemas operacionais de cada componente da cadeia de suprimentos (GRUPO PÃO DE AÇÚCAR, 2007).

Os paletes CHEP foram identificados com RF Tag's para a movimentação dos produtos da Procter & Gamble e Gillette até os centros de distribuição da CBD. A Figura 8 mostra o modelo da cadeia de suprimentos do projeto piloto para RFID, evidenciando a movimentação dos produtos entre as empresas.



Figura 8 – Cadeia de Suprimentos Projeto piloto para RFID CBD

Fonte: Grupo Pão de Açúcar, 2007

Os resultados obtidos com a iniciativa do projeto piloto para RFID foram os seguintes:

- a) Aumento de vendas e margem de lucro, a rede obteve 10% de redução nos índices de ruptura nos centros de distribuição do varejo e do fabricante;
- b) Aumento de 3% a 12% na produtividade da força de trabalho;
- c) Redução de 18% a 26% nas perdas de inventário;
- d) Redução de 10% no custo de manutenção dos estoques;
- e) Redução de 2% a 5% nos retornos de produtos;
- f) Redução de 10% nos estoques;
- g) Redução de 10% nos produtos de baixo giro.

O estudo permitiu verificar que a utilização de RFID oferece maiores benefícios para a cadeia de suprimentos, visto que os processos atuais precisam de melhorias, independentemente da adoção das etiquetas eletrônicas. A adoção da RFID no Brasil ainda depende da baixa do custo de infraestrutura, hoje alto em

comparação com o baixo valor unitário médio dos produtos (GRUPO PÃO DE AÇÚCAR, 2007).

3.4.3 Sistemas de Bilhetagem Eletrônica

Bilhetagem eletrônica é um conceito usado nos transportes públicos de algumas cidades brasileiras, o qual permite ao usuário do sistema viajar pela rede de transportes, ou até mesmo entre redes distintas, durante um período de tempo pré-determinado, pagando apenas o valor de uma passagem.

Os primeiros sistemas de bilhetagem eletrônica utilizavam cartões com tarja magnética, atualmente, são utilizados dispositivos especiais, como o smart card, um cartão que possui um chip e uma antena, para facilitar o controle. Este sistema oferece melhores condições de administração de todo o sistema, já que cria um arquivo de informações, de acesso fácil e rápido, sobre as viagens realizadas. E garante, ainda, agilidade na arrecadação e segurança.

A cidade pioneira na implantação do sistema de bilhetagem eletrônica foi Campinas, no estado de São Paulo. A implantação do sistema ocorreu em novembro de 1997, com o uso dos cartões de tarja magnética.

A partir do dia 8 de novembro de 2004 a Transurc – Associação das Empresas Transporte Coletivo Urbano de Campinas, implantou o sistema que utiliza cartões com RF Tag's, ou seja, um cartão com chip de memória e comunicação sem fio, ao contrário dos cartões magnéticos que necessitavam de contato físico com o leitor para a liberação da catraca (TRANSURC, 2007).

Na cidade de Curitiba, o sistema de bilhetagem eletrônica foi implantado em 2001. Atualmente a cidade é um exemplo de sucesso no uso de bilhetagem eletrônica. A implementação do sistema automático de cobrança eliminou as falsificações e comércio ilegal de vale-transporte, os quais anteriormente registravam índices superiores a 30% do volume das transações com os usuários de transporte coletivo em Curitiba.

Nos 13 municípios que compõe a região metropolitana de Curitiba, são realizadas em média 48 milhões de operações mensais na chamada RIT – Rede Integrada de Transporte de Curitiba e região metropolitana.

Dados da NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos revelam que existem atualmente no Brasil 255 cidades, com mais

de 100 mil habitantes, com sistema de bilhetagem eletrônica implantada. Empresas que oferecem soluções eletrônicas apostaram nesse mercado há cerca de uma década e hoje comercializam sistemas com a mais moderna tecnologia do setor (CRESPO, 2007).

4 METODOLOGIA DE APLICAÇÃO EM SEMÁFOROS

Este capítulo apresentará a aplicação do sistema RFID para uso no tráfego de grandes cidades, mais especificamente nos semáforos, aplicando Inteligência Artificial – IA.

O projeto não contemplará testes práticos devido à grande aplicação existente, em diversas áreas no mercado, conforme já apresentado no conceito do trabalho. Citaremos para tal, e também para dirimir dúvidas que possam surgir sobre o funcionamento do sistema com antenas leitoras de RFID, o trabalho TCC de Áquilas Neves Chaves, Fernando Constantino Barcelini e Lucas Weng em Projeto de formatura, cujo título Sistema de Monitoramento de Tráfego através de RFID, catalogado e registrado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Poli-USP, Campus da Capital, 2008, que foi apresentado como proposta de solução ao tráfego da capital São Paulo. Os testes por eles realizados contemplam instalações de antenas leitoras de TAG's, as quais foram cedidas para testes por uma empresa do setor, e analisado seu funcionamento para atuar com congestionamentos em vias públicas, criando assim caminhos alternativos para motoristas da grande São Paulo. O arquivo contendo o TCC (CHAVES, A.; BARCELINI, F.; WENG, L. , 2008) auxiliou para concluir o perfeito controle que teremos ao aplicar IA em conjunto com o sistema RFID. Podemos ainda citar os pedágios, instalados em diversas estradas do Brasil, os quais utilizam a tecnologia RFID para identificação de veículos usuários do sistema pós-pago. Motoristas pagam um valor de manutenção mensal e podem usufruir da passagem sem parada nos pedágios. Esse sistema lê as informações da TAG instalada no veículo e contabiliza cada passagem do mesmo nas praças de pedágio enviando o valor a ser pago no próximo mês para o usuário. Com isso podemos definir, com embasamento verdadeiro, que leitores de RFID podem auxiliar no tráfego de veículos confiavelmente.

Serão apresentados detalhes da aplicação da IA baseando-se em linguagem portugal para maior clareza e entendimento, que serão citados como comprovação para a ideia aqui desenvolvida.

O projeto RFID x Semáforo visa o uso da IA com aplicação das informações colhidas diretamente para um banco de dados através de TAG's RFID passivas e está dividido nas seguintes etapas que serão abordadas a seguir:

- a) Análise do Projeto
- b) História do Semáforo
- c) Semáforo – Funcionamento e Características
- d) Análise da Instalação de Equipamentos
- e) Aplicação e Viabilidade do Projeto
- f) Abrangência e Investimentos do Sistema

4.1 ANÁLISE DO PROJETO

A criação de um sistema inteligente capaz de integrar a informação com tecnologia para aplicar no trânsito é uma necessidade emergencial. As filas e congestionamentos, causados pelo elevado número de veículos que transitam nas vias das grandes cidades, estão ligadas diretamente com a doença do século: o estresse. Os especialistas correlacionam os dois assuntos:

É uma relação cíclica, sem causa e efeito delimitados. Um ajuda a alimentar o outro. Essa é parte da explicação sobre o fenômeno, pelo qual passamos da doutora em psicologia de trânsito e diretora do Departamento de Psicologia da Associação Brasileira de Medicina de Tráfego, Raquel Almqvist. (PAES, 2009)

Ao expor essa análise percebe-se que as grandes cidades tendem a desenvolver mais pessoas com a doença por deparamos-nos corriqueiramente com semáforos que abrem e fecham por configuração de tempo e ditam regras, muitas vezes erroneamente, para o trânsito. É comum verificar, muitas vezes, que uma rua tem muito mais veículos que outra, porém mesmo assim o semáforo continua aberto por mais tempo para a rua que tem pouco ou nenhum veículo enquanto aquela que esta congestionada ficara ainda mais prejudicada com o tempo perdido. A Figura 9 mostra a cidade de São Paulo com trânsito intenso no corredor norte sul e confirma a necessidade de se aplicar IA urgentemente ao transito brasileiro.



Figura 9 – Trânsito intenso em SP

Fonte: PAES, 2009

A instalação de TAG's passivas em veículos, antenas leitoras nas vias e um sistema simples de transmissão das informações via internet a um banco de dados ganhará um formato prático para o correto entendimento de seu funcionamento e aplicação no trânsito brasileiro.

4.2 HISTORIA DO SEMÁFORO

Em 1918 surgiu o primeiro semáforo com lâmpadas de três cores, em New York, e por volta de 1926 em Londres foi criado o que chamamos hoje de semáforo eletromecânicos.

Surgiram as programações de controle do tráfego que permitem a alteração dos tempos de verde em períodos do dia, para adequar-se a variabilidade do tráfego durante o dia.

O primeiro semáforo com controle veicular foi fabricado nos EUA em meados dos anos 30 e a detecção era realizada por microfones. Outro semáforo atuado por veículo em Londres foi instalado em 1932 e, em 1935 surgia o primeiro

sistema interligado, constituído por controladores atuados por veículos. O advento da tecnologia do controle de processo computadorizado, nos anos 50, propiciou a coordenação de um grande número de semáforos em diversas áreas da cidade. Com isso houve reduções em todos os tempos de percurso médio de 10% a 30% e também redução de acidentes. Na década de 70, os operadores dispunham de algumas informações provenientes dos detectores, que eram normalmente colocados nos principais cruzamentos. Então, passou-se a utilizar controle realimentado com malha fechada, baseado nas informações dos detectores veiculares. A introdução dos microprocessadores trouxe a possibilidade de aumento da capacidade computacional para os equipamentos controladores de tráfego. (RODOLFO, 2003)

4.3 SEMÁFORO – FUNCIONAMENTO E CARACTERÍSTICAS

O circuito abaixo, conforme Figura 10, simula o funcionamento de um semáforo com dois conjuntos de LED's. A base é um circuito eletrônico que gera um sinal de clock (relógio) e que, portanto, determina a velocidade da mudança das cores do semáforo (verde amarelo e vermelho). O clock gerado é levado a dois contadores que são programados para o acionamento dos LED's ou lâmpadas, dependendo do tipo de sinalização do semáforo. Determinando o tempo para cada clock tem-se então o funcionamento que vemos na maioria dos semáforos hoje.

A alimentação do circuito pode ser feita com tensões entre 9 e 12 V proveniente de fonte ou bateria. O único ajuste existente no circuito determina a velocidade de acionamento do semáforo. (ETC, 2010)

Hoje no Brasil a grande maioria de semáforos são alimentados por fonte e não baterias onde, em caso de interrupção na distribuição de energia, os semáforos ficam inoperantes. As grandes cidades já estão adotando a troca dos semáforos com lâmpadas por semáforos com LED. Os LED consomem muito menos energia e podem ser alimentados por baterias no caso de falta da energia elétrica, por um longo período de tempo, pois o consumo de energia é incomparável com o de uma lâmpada comum.

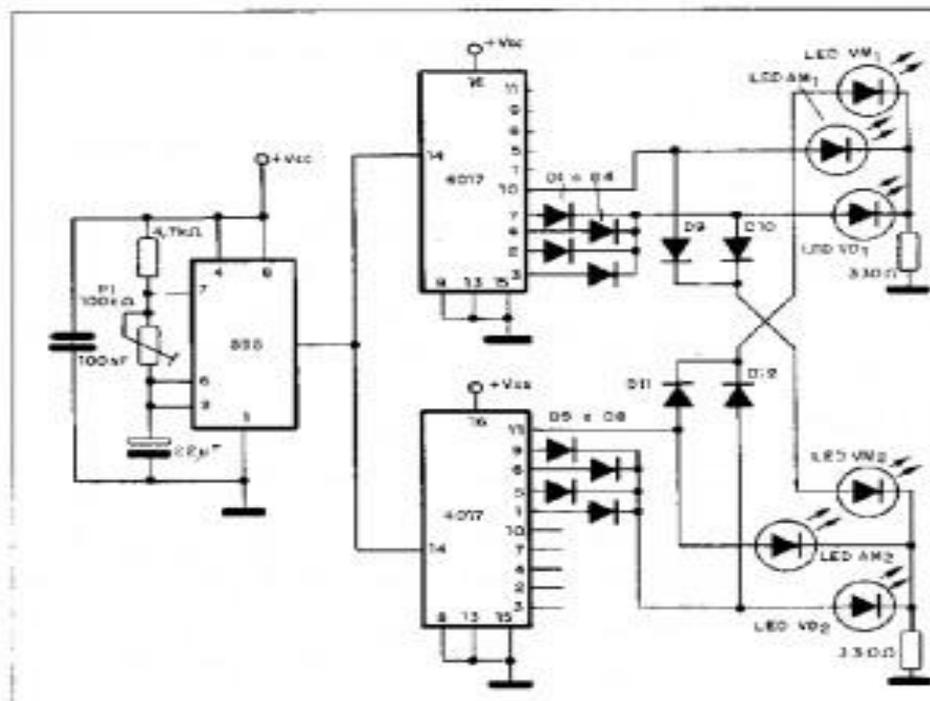


Figura 10 – Circuito Eletrônico de um Semáforo

Fonte: ETC, 2010

4.4 ANÁLISE DA INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A análise do local de instalação das antenas leitoras RFID é uma das partes mais importantes do sistema. Para correto entendimento utilizaremos como base a Figura 11 onde, os postes contendo antenas leitoras RFID ficarão instalados no início de cada via, conforme seu sentido, para que todos os veículos que por ali passarem seja lido sua TAG e contabilizados para o sistema. Com isso teremos o real número de veículos circulando ou parados no semáforo daquela determinada quadra e poderemos trabalhar automaticamente as regras do sistema com IA nos semáforos das quadras seguintes.

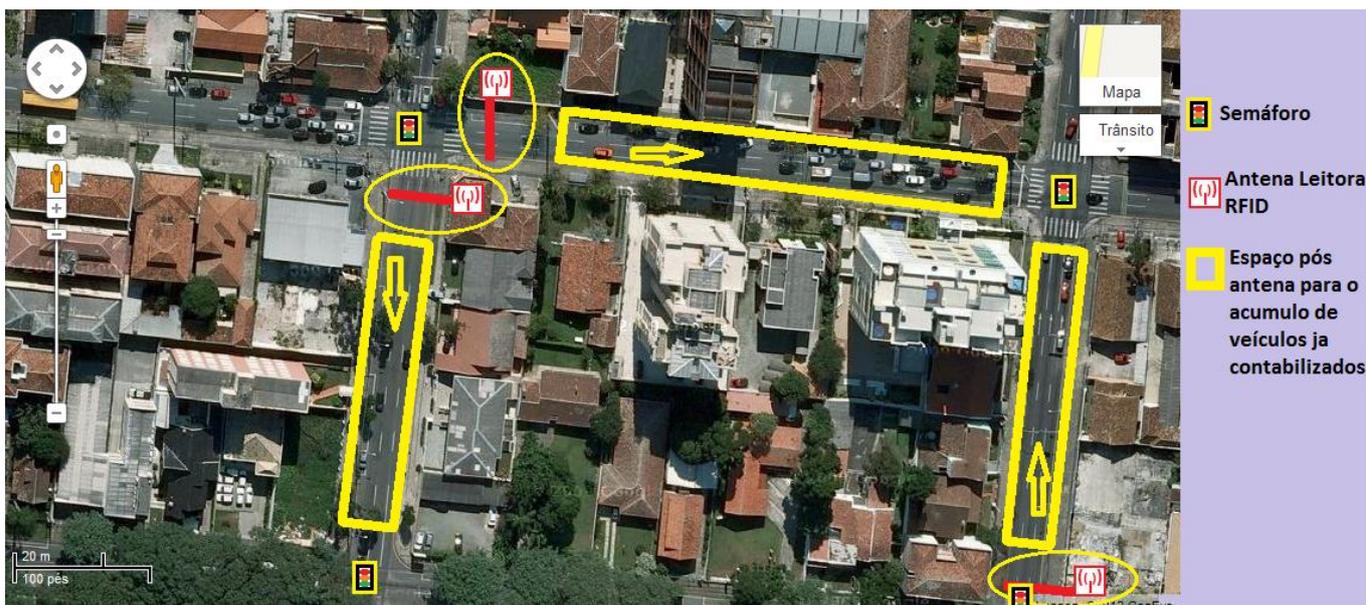


Figura 11 – Local de Instalação da Antena Leitora na via

Fonte: GOOGLMAPS e Edição Própria, 2012

4.5 APLICAÇÃO E VIABILIDADE DO PROJETO

Tomando como base a Figura 11 acima, os veículos que transitarem nessas vias serão contabilizados no sistema em um banco de dados como +1. A somatória de todos os veículos no sistema é que dará autonomia ao semáforo de como deverá funcionar. A IA nesse ponto se aplica da seguinte forma: O semáforo1 está em estado aberto (verde) e sua antena leitora do início da via parou de contabilizar veículos ou está contabilizando poucos veículos passando por ela e, ao mesmo tempo, o semáforo2 está com acúmulo de mais que o dobro ($>*2$) do semáforo1 ou soma mais veículos que o semáforo1 ou ainda seu tempo de verde está maior que 30 segundos (média de tempo dos semáforos), então o sistema automaticamente fecha o semáforo1 (vermelho) e abre a passagem para o semáforo2. Desenvolvendo em português ficaria da seguinte forma:

*“Se semáforo1 $<*2$ semáforo2 ou semáforo1 $<$ semáforo2 ou semáforo1 $>$ 30seg então semáforo1=fechado senão semáforo1=aberto”*

Aqui também se pode chegar a seguinte questão: E se o veículo entrar na via e estacionar ou recolher a sua residência? A resposta se torna simples, pois a porcentagem de veículos que estacionam ou se recolhem as suas residências é ínfima em relação aos que circulam na via, então, não levaremos em consideração

esse número. Mesmo assim, para evitar que os contadores do sistema continuem com a soma desses veículos, poderemos estabelecer a seguinte regra: a cada cinco aberturas de semáforo o contador da antena1 zera e recomeça a contagem, deixando em memória para a antena2 o número de veículos por ela coletado. Desenvolvendo em portugal ficaria da seguinte forma:

“Se antena1 >= contagem5 então antena1 = contagem0 e antena2 = antena2 + antena1contagem5”

Veremos a seguir, nas Figuras 12 e 13, um sistema mais completo que traz a visão real de algumas ruas do centro da cidade de Curitiba, que servirá como base nas análises seguintes.



Figura 12 – Mapa do centro de Curitiba

Fonte: GOOGLMAPS e Edição Própria, 2012



Figura 13 – Trecho destacado do Mapa do centro de Curitiba

Fonte: GOOGLMAPS e Edição Própria, 2012

Tomando como exemplo da Figura 13 acima a R: Mal. Deodoro, que denominaremos Rua1, sentido R: José de Alencar, que denominaremos Rua4,

temos três semáforos no caminho e duas vias transversais, R: Sete de Abril, que denominaremos Rua2 e R: Alm. Tamandaré que denominaremos Rua3. Temos então a Antena1 que fica no começo da Rua1, a Antena2 após a Rua2 e a Antena3 que fica após a Rua3. Aplicando IA para esses semáforos interagirem um com o outro teremos um ganho excepcional de tempo e distribuição no tráfego congestionado. Analisando que esse é um dos pontos com grande congestionamento nos horários de pico, daremos a seguinte solução para aplicabilidade no sistema: Como a Rua1, no trecho entre a Antena1 e Antena2 tem uma extensão maior, ela terá prioridade de tráfego em relação as demais. No entanto se a soma das outras antenas for maior que a Antena1, o sistema priorizará o trecho com maior número de veículos criando uma regra importante entre as vias da Antena2 e Antena3 que automaticamente ganhariam maior tempo de verde para fluir o tráfego. Desenvolvendo em portugal ficaria assim:

“Quando Antena1 > Antena2+Antena3 então Antena1 = verde+25% e Antena2 = verde+35% e Antena3 = verde+50%”

Analisando o portugal acima, e tomando como base a abertura de 30 segundos em média por semáforo, temos a Antena1 informando para o semáforo da Rua2 abrir por 38 segundos, o semáforo da Rua3 abrir por 41 segundos e o semáforo da Rua4 abrir por 45 segundos criando um escoamento eficaz no trânsito congestionado. Como o exemplo da Figura 13 é um trecho que envolve apenas 4 vias e 3 antenas, teremos que integrar IA a todas as antenas instaladas da Figura 12 e desenvolver um sistema que quanto mais dados coletar mais inteligente fique, e utilize os próprios dados colhidos para tomadas de decisões eficazes. Deveremos destacar também que, cada modificação de tempo num semáforo implica em escoamento ou congestionamento em outra via e, portanto, o sistema é quem definirá essa tomada de decisão, não havendo participação humana.

Na Figura 14 abaixo veremos um exemplo mais complexo que envolve cruzamento de vias, que contém trechos maiores e menores, envolvendo várias antenas e semáforos diferentes. Cruzando informações de todas as antenas envolvidas, o sistema definirá quem tem prioridade considerando o comprimento de cada quadra, o tráfego contabilizado nas antenas leitoras, o tempo de verde de cada semáforo medindo a eficiência de escoamento do fluxo.

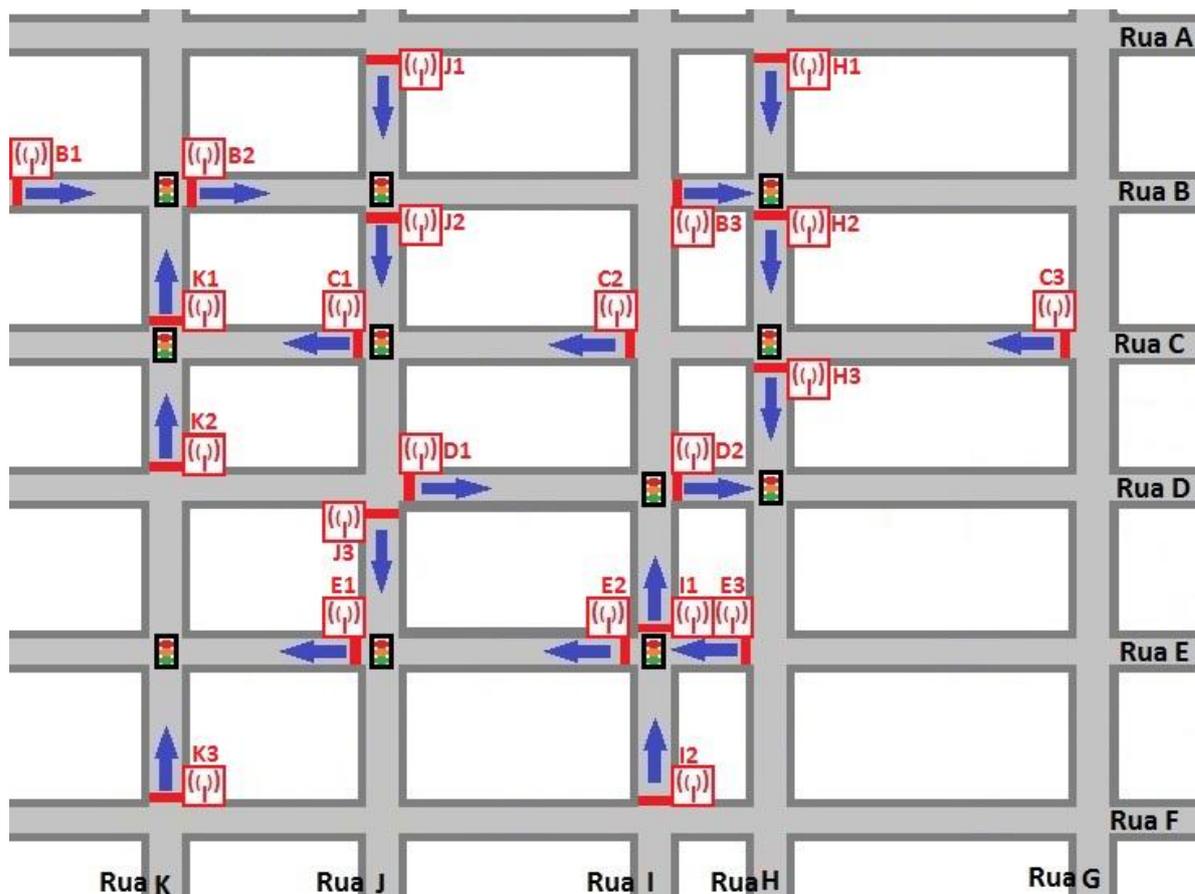


Figura 14 – Esquema complexo de Vias, Semáforos e Antenas leitoras

Fonte: Edição Própria, 2012

Para aplicar IA na Figura 14, utilizando como base as antenas B1 e B2 da RuaB, somente alcançaremos a eficiência esperada no escoamento do fluxo de veículos se analisarmos em conjunto regras para as antenas K1, K2, C1, C2, J1 e J2 pois todas fazem parte do abrangente sistema RFID. Para estabelecer parâmetros independentes e regras relevantes para o sistema entender quem deverá priorizar, partiremos do princípio que a Rua J é a mais importante e tem o maior fluxo de veículos desse mapa e a Rua B como segunda mais importante de maior fluxo. Desenvolvendo em portugal ficaria da seguinte maneira:

“Se AntenaB1+AntenaB2 > AntenaJ1+AntenaJ2 ou AntenaC2+AntenaC1 > AntenaJ1+AntenaJ2 então AntenaB1=verde e AntenaB2=verde+25% e AntenaC2=verde e AntenaC1=verde+25% e AntenaK1+AntenaK2=vermelho senão AntenaJ1=verde+25% e AntenaJ2=verde+35%”

Analisando o portugal acima temos a AntenaJ1 e AntenaJ2 como base para as demais envolvidas onde, se a soma de B1 e B2 ou a soma de C2 e C1 for maior que a soma de J1 e J2, então a prioridade passa para a RuaB e RuaC senão a

prioridade continuará a ser da RuaJ, sempre tendo como base 30 segundos a média de verde. Podemos perceber que as antenas K1 e K2 são coadjuvantes pelo fato de não pertencerem a ruas principais, mas mesmo assim são importantes para o desenvolvimento e perfeição do sistema. Então temos, quando a soma de B1 e B2 ou C2 e C1 for maior que a de J1 e J2 a seguinte característica nos semáforos: Semáforo da AntenaB1=30 segundos e AntenaB2=38 segundos e também a AntenaC2=30 segundos e a AntenaC1=38 segundos com os semáforos da AntenaJ1, AntenaJ2, AntenaK1 e AntenaK2 em vermelho. Se a soma de J1 e J2 for maior, a prioridade continuará sendo da RuaJ formando a seguinte característica nos semáforos: Semáforo da AntenaJ1=38 segundos e AntenaJ2=41 segundos de verde com os demais semáforos envolvidos em vermelho.

Ao detalharmos o portugal citado chegamos a um ponto em que o sistema demandará uma programação objetiva e muito eficaz do desenvolvedor, que envolve detalhes e regras diferenciadas para cada prioridade, formando assim um laço contínuo de desempenho e escoamento correto do tráfego em todas as antenas envolvidas. Para extrairmos o melhor desempenho possível do tráfego, o programador deverá desenvolver as regras se baseando em blocos de quadras de no máximo 4 ou 5 quarteirões. Dessa maneira cada bloco tem sua regra específica e juntando com os demais blocos poderiam formar regras de prioridades em cascatas. Se um bloco tem tráfego intenso de veículos maior que outro ele ganhará a prioridade no escoamento do trânsito independente das regras internas de cada um.

Temos ainda a questão do horário de pico onde o tráfego fica impraticável em muitos cruzamentos e, se as antenas leitoras não escoarem o tráfego como desejado ou, se ainda apresentem algum tipo de defeito ou então pararem de funcionar poderíamos voltar ao sistema antigo de abertura de verde por determinação de tempo nos semáforos. Fica claro que o propósito do estudo é não trabalhar com o sistema existente atual (determinado por tempo) e sim com IA, mas caso necessário serviria como um backup.

É importante frisar que esse sistema será desenvolvido para trabalhar com IA em conjunto com o sistema atual ou em paralelo a ele, tornando-o mais robusto e possibilitando essa alternativa nas ruas que não necessitem de antenas leitoras onde o fluxo de tráfego é perfeitamente atendido pelo sistema atual.

Poderíamos também desenvolver ferramentas na programação da IA para que pudesse interagir com os atuais sistemas de monitoramento existentes

acoplando alternativas para o sistema atuar com mais eficiência. Temos casos de semáforos em cruzamentos atuando em três e quatro tempos. Esses semáforos em geral ficam instalados em cruzamentos extremamente movimentados que possuem duas vias principais, uma que vai e outra que vem em sentidos opostos. Eles utilizam três ou quatro tempos de verde para determinar os veículos que seguem em frente ou aguardam os que cruzam a via para entrar à direita ou à esquerda. Nesses casos somente a antena leitora de RFID não identificaria o número de veículos que seguiriam em frente ou aguardariam nas faixas determinadas para entrar para a pista da esquerda. Esses veículos continuariam na contagem da antena RFID e o sistema poderia sofrer problemas pelo fato de não passarem na contagem da próxima antena. Logo, se unirmos o sistema de RFID com o sistema existente de Laço Indutivo, conforme segue abaixo seu conceito, estaremos criando um ganho excepcional ao sistema de leitura com RFID onde os laços indutivos fariam essa leitura e saberiam informar ao sistema quantos veículos virariam para a pista da esquerda ou direita nos semáforos de três ou quatro tempos.

Um laço indutivo é um fio disposto em forma retangular, quadrada, ou redonda que fica no interior do pavimento. As extremidades do fio são conectadas a um módulo detector. O módulo injeta um sinal no laço a uma frequência entre 20 e 100kHz. O módulo do detector monitora esta frequência denominada "frequência de ressonância" para determinar se há um veículo na área do laço. A indutância é definida como a oposição a uma mudança no fluxo atual de corrente. Quando uma corrente é aplicada a um condutor, um campo magnético se forma em torno do fio. Se a fonte atual for removida, o campo magnético vai diminuindo no fio, que tenta manter o fluxo atual. Enrolando diversas voltas do fio em uma bobina, o campo magnético é intensificado, e aumenta-se a indutância. Quando um veículo cruza o laço, o corpo do veículo interage com o campo magnético do laço fornecendo um trajeto condutor para o campo magnético. Isto faz com que a indutância do laço diminua. A indutância diminuída causa na frequência ressonante um aumento de seu valor nominal. Se a mudança da frequência exceder o ponto inicial ajustado pelo ajuste da sensibilidade, o módulo detector saberá que um veículo passou sobre o sensor. O detector captará as variações na indutância do laço de 20 a 1000 μ H com exatidão de $\pm 3\%$. A partir daí, gera um pulso de 125 \pm 10 milissegundos de duração para cada veículo que entra na zona de detecção do laço. Após a detecção de um

veículo, o sistema está pronto novamente após meio segundo. (RODOLFO, 2003)

A análise executada no parágrafo anterior também nos permite viabilizar esse projeto em conjunto com os radares de velocidade de vias, que controlam veículos que param sobre a faixa de pedestre ou furam sinal vermelho em cruzamentos. Esses radares também utilizam a tecnologia de laços indutivos, sendo assim somaríamos mais um ótimo ganho já que possuem o acesso à internet, os quais poderiam ser associados a antenas leitoras de RFID e barateariam ainda mais a aplicação do sistema proposto.

São inúmeros os sistemas de controle de tráfego existentes no mercado categorizando o projeto de antenas leitoras de RFID como uma solução muito mais inteligente e corretiva para atuar no trânsito.

Os exemplos citados são alguns de muitos que atuam para desenvolver o trânsito de grandes metrópoles e vemos essa união como parceria importante para ganharmos praticidade, economia, uma redução significativa em termos de poluição de monóxido de carbono, menor perda de tempo das pessoas no trânsito, menos estresse e muito menos congestionamentos.

O projeto também poderia ser utilizado no controle eficaz de furto de veículos onde com as TAG's sendo lidas em vários semáforos pode-se traçar a rota e chegar até os ladrões, em veículos com documentações atrasadas, na diminuição de veículos clonados e no número de veículos que transitam em cada rua para ajudar no desenvolvimento urbano e projetos futuros de trânsito eficiente. Ainda teríamos uma baixa significativa nos valores praticados por empresas de seguros de automotores, pois a busca a veículos roubados seria mais fácil e rapidamente executadas aumentando consideravelmente os números de veículos recuperados.

Enfim, todos sem exceção, ganhariam muito com o projeto apresentado.

4.6 ABRANGÊNCIA E INVESTIMENTO DO SISTEMA

A proposta na prática envolveria um investimento médio, se aplicado em grande escala, em metrópoles que ocupem lugares notórios em relatórios de índices de congestionamentos elevados de trânsito. A tecnologia RFID ainda é considerada muito cara para viabilizar o projeto, todavia considerando uma frota de

aproximadamente 71 milhões¹ de veículos no Brasil e executando nessa imensa escala tornam o projeto viável. A ideia para reduzir esse investimento seria o envolvimento da iniciativa privada e aplicação de parte das altas taxas de impostos cobrados anualmente dos veículos automotores. A instalação das TAG's e o local em que ficariam no veículo seriam determinados por autoridades de trânsito após testes de eficiência do produto e a abrangência seria numa proporção de 100% da frota, pois mesmo aqueles veículos que não pertencem à determinada metrópole acabam utilizando eventualmente o trânsito da mesma para deslocamento, passeio ou a trabalho.

Temos ainda a nosso favor, para a viabilidade do sistema proposto, o projeto SINIAV² do CONTRAN através da Resolução 212 de 13/11/2006 e portaria 570 de 27/06/2011 que se refere à implantação do Sistema de Identificação Automática de Veículo. Esse sistema de identificação consiste na instalação de TAG's em 100% dos veículos da frota brasileira com identificação eletrônica das informações do veículo. Se aliarmos a ideia do projeto RFID com IA a essa resolução do CONTRAN teríamos somente os custos das antenas leitoras e um ganho exorbitante no quesito custo, benefício e confiabilidade.

¹ Informação do DENTRAN em www.denatran.gov.br/download/frota/FROTA2012.zip

² Resolução e Portaria SINIAV em Anexo A página 47 e Anexo B página 54

5 CONCLUSÃO

A Inteligência Artificial tem um papel fundamental se aliada a tecnologia desenvolvida por nós. As máquinas e computadores, com seus chip's poderoso que processam cada vez mais milhões de bits de informações por segundo, necessitam não apenas efetuar os cálculos e sim saber tomar decisões baseadas neles. O sistema RFID embarcado nessa tecnologia da IA mostrou-se como verdadeira solução para atuar no tráfego urbano e determinar tomadas de decisões que nos ajudem e auxiliem no escoamento de veículos nas vias. O custo x benefício é inegável que vale o risco e, aliado a nova decisão do CONTRAN onde 100% dos veículos do Brasil terão TAG's para identificação automática, estamos caminhando para uma saída inteligente na melhoria do trânsito brasileiro.

A forma em que o poderoso sistema RFID foi abordado nos dá à certeza de que se governo e iniciativa privada investirem nessa ideia o resultado será eficiente e os benefícios abrangerão todos os veículos da frota brasileira.

O que se concluiu e finaliza aqui é apenas a pesquisa de um trabalho acadêmico, pois o estudo da aplicação e desenvolvimento desse sistema serão levados adiante. Continuarei aperfeiçoando a ideia e se aprofundando cada vez mais no tema RFID para que consiga atingir meu objetivo de desenvolver esse sistema e aplicá-lo no tráfego brasileiro.

REFERÊNCIAS

- [1] BRAUN, D. RFID: Etiqueta inteligente conquista território do código de barras. Disponível em:
http://computerworld.uol.com.br/comunicacoes/2006/10/03/idgnoticia.2006-10-03.6009072159/IDGNoticia_view> Acesso em 12 janeiro 2012.
- [2] CRESPO, S. Bilhetagem Eletrônica – Mercado em Evolução. Revista Technibus. São Paulo, n. 71, 01 mar. 2007. Disponível em:
 <<http://www.revistatechnibus.com.br/>> Acesso em: 18 janeiro 2012.
- [3] Grupo Chep. Disponível em: <<http://www.chep.com>> Acesso em 18 janeiro 2012.
- [4] Grupo Pão de Açúcar. Disponível em: <
http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=cadeia%20de%20suprimento%20do%20futuro%20-%20grupo%20p%C3%A3o%20de%20a%C3%A7ucar&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CDkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.grupopaodeacucar.com.br%2Ffornecedores%2Fdefault_area.asp%3Fidnoticia%3D5443%26cod_area%3D3&ei=EE5_T5rDKIHh0QGS6u3vBw&usq=AFQjCNF437xvQPOM7neIK7_phmDT456e4w > Acesso em 20 dezembro 2011.
- [5] Grupo Pão de Açúcar. Disponível em:
 <http://www.grupopaodeacucar.com.br/fornecedores/revista_RFID_.pdf>
 Acesso em 20 dezembro 2011.
- [6] GS1 2007. Disponível em: < <http://www.gs1.org.br>> Acesso em 21 dezembro 2011.
- [7] OLIVEIRA, B. Supermercado do futuro já funciona na Alemanha. Disponível em: < <http://www.fimdostempos.net/chip-mercado-alemanha.html> > Acesso em 01 abril 2012.
- [8] SANTANA, S. R. M. RFID – Identificação por Rádio Frequência. Disponível em:
 <http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/sandra_santana/rfid_01.html> Acesso em 05 janeiro 2012.
- [9] SWEENEY II, P. J. Now that you can speel RFID, here´s the rest of the story. In: SWEENEY II, P. J. RFID FOR DUMMIES. Indianapolis: Wiley Publishing INC, 2005. p. 22-47.
- [10] THORNTON, F.; HAINES, B.; DAS, A. M.; BHARGAVA, H.; CAMPBELL, A.; KLEINSCHMIDT, J. RFID Uses. In: THORNTON, F.; HAINES, B.; DAS, A. M.;
- [11] TRANSURC 2007. Disponível em: <<http://www.transurc.com.br>> Acesso em 12 março 2012.

- [12] WIKIPEDIA 2012. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Rfid>> Acesso em 2 abril 2012.
- [13] PAES, C. Trânsito e estresse formam um círculo vicioso, diz especialista. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1293072-9658,00.html>> Acesso em 6 abril 2012.
- [14] RODOLFO 2003. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://www.eletr.ufpr.br/marlio/medidas/seminarios/Rodolfo.pdf>> Acesso em 04 abril 2012.
- [15] ETC 2010. Circuitos Eletrônicos e Esquemas Eletrônicos. Disponível em: <<http://eletronicos.etc.br/semaforo-simples>> Acesso em 06 abril 2012.
- [16] CHAVES, A.; BARCELINI, F.; WENG, L. 2008. Disponível em: <<http://www.pcs.usp.br/~pcspf/2008/pf/2502/9S/9s-monografia.pdf>> Acesso em 27 março 2012.

ANEXO A - Resolução Nº 212 CONTRAN de 13/11/2006**MINISTÉRIO DAS CIDADES
CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO****RESOLUÇÃO Nº 212 DE 13 DE NOVEMBRO DE 2006.**

Dispõe sobre a implantação do Sistema de Identificação Automática de Veículos – SINIAV em todo o território nacional

O CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo art. 12, da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, e conforme o Decreto nº 4.711, de 29 de maio de 2003, que trata da coordenação do Sistema Nacional de Trânsito;

Considerando o disposto no art. 114, do CTB, que atribui ao CONTRAN dispor sobre a identificação de veículos;

Considerando as atribuições conferidas ao CONTRAN pela Lei Complementar nº 121, de 9 de fevereiro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Prevenção, Fiscalização e Repressão ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas e dá outras providências;

Considerando a necessidade de empreender a modernização e a adequação tecnológica dos equipamentos e procedimentos empregados nas atividades de prevenção, fiscalização e repressão ao furto e roubo de veículos e cargas;

Considerando a necessidade de dotar os órgãos executivos de trânsito de instrumentos modernos e interoperáveis para planejamento, fiscalização e gestão do trânsito e da frota de veículos;

Considerando as conclusões do Grupo de Trabalho instituído pela Portaria nº 379, de 28 de julho de 2006, do Ministro de Estado das Cidades, publicada no D.O.U. nº 145, seção 2, de 31 de julho de 2006, e o que consta no processo 80000.014980/2006-61

RESOLVE:

Art. 1º Fica instituído em todo o território Nacional o Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos - SINIAV, baseado em tecnologia de identificação por rádio-frequência, cujas características estão definidas no anexo II desta Resolução.

Parágrafo único. O SINIAV é composto por placas eletrônicas instaladas nos veículos, antenas leitoras, centrais de processamento e sistemas informatizados.

Art. 2º Nenhum veículo automotor, elétrico, reboque e semi-reboque poderá ser licenciado e transitar pelas vias terrestres abertas à circulação sem estar equipado com a placa eletrônica de que trata esta Resolução.

§1º A placa eletrônica será individualizada e terá um número de série único e inalterável para cada veículo.

§2º Os veículos de uso bélico estão isentos desta obrigatoriedade.

Art. 3º Cada placa eletrônica deverá conter, obrigatoriamente, as seguintes informações que, uma vez gravadas, não poderão ser alteradas:

- I - Número serial único;
- II - Número da placa do veículo;
- III - Número do chassi; e
- IV - Código RENAVAM.

Parágrafo único – A placa eletrônica de que trata este artigo deverá obedecer também o mapa de utilização de memória constante do Anexo II desta Resolução.

Art. 4º O SINIAV deverá estar implantado em todo o território nacional conforme o cronograma constante do Anexo I desta Resolução.

Art. 5º Cabe aos Órgãos Executivos de Trânsito dos Estados e do Distrito Federal a responsabilidade pela implantação e operação do SINIAV no âmbito do seu território.

Parágrafo único. Fica facultado aos Órgãos Executivos de Trânsito dos Estados estabelecerem convênios com os Municípios visando à implantação do SINIAV.

Art. 6º - As antenas leitoras e as placas eletrônicas deverão ser homologadas pelo DENATRAN, de acordo com as características técnicas especificadas no Anexo II desta Resolução.

Art. 7º As informações obtidas através do SINIAV e que requeiram sigilo serão preservadas nos termos da Constituição Federal e das leis que regulamentam a matéria.

Art. 8º O descumprimento do disposto no artigo 2º desta Resolução sujeitará o infrator à aplicação das sanções previstas no Art. 237, do Código de Trânsito Brasileiro .

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, observado o cronograma fixado no artigo 4º.

Alfredo Peres da Silva
Presidente

Fernando Marques de Freitas
Ministério da Defesa – Suplente

Rodrigo Lamego de Teixeira Soares
Ministério da Educação – Titular

Carlos Alberto Ferreira dos Santos
Ministério do Meio Ambiente – Suplente

Valter Chaves Costa
Ministério da Saúde – Titular

Edson Dias Gonçalves
Ministério dos Transportes – Titular

Anexo I – Cronograma de implantação do SINIAV

1. O processo de implantação do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV deverá estar iniciado em todo o território Nacional, dentro do prazo de até 18 (dezoito) meses da publicação desta Resolução e ser concluído no prazo de até 42 (quarenta e dois) meses, após o início da implantação.
 - 1.1. Findo o prazo determinado neste item, nenhum veículo poderá circular se não forem atendidas as condições fixadas nesta Resolução e em seus Anexos.
2. Para efeito do cumprimento desta Resolução, será considerada que a implantação do SINIAV estará iniciada em determinado Estado ou no Distrito Federal quando forem cumpridas, as três condições abaixo:
 - 2.1. Quando somente ocorrer o primeiro licenciamento de veículos novos com a colocação do equipamento descrito no artigo 2º desta Resolução.
 - 2.2. Quando ocorrer novo registro ou licenciamento dos veículos em circulação com a colocação do equipamento descrito no artigo 2º desta Resolução.
 - 2.3. Quando existir, no mínimo, uma antena leitora instalada em cada unidade do DETRAN ou Circunscrição Regional onde seja realizada a vistoria de que trata a Resolução nº 05/98 do CONTRAN;
3. Para efeito do cumprimento desta Resolução, será considerado que a implantação do SINIAV estará concluída em determinado Estado ou no Distrito Federal quando:
 - 3.1. Todos os veículos registrados no Estado ou no Distrito Federal só puderem ser licenciados se efetuada a colocação do equipamento descrito no artigo 2º desta Resolução;
 - 3.2. Existirem, no mínimo, antenas leitoras instaladas, operantes e conectadas a um sistema informatizado de registro dos dados da placa eletrônica, por sua vez conectado ao Sistema RENAVAL, em todas as unidades do DETRAN ou Circunscrição Regional onde seja realizada a vistoria de que trata a Resolução nº 05/98 do CONTRAN;

ANEXO II – Especificações Técnicas

1. O Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos - SINIAV, baseado em tecnologia de identificação por rádio-frequência (RFID), é composto por placas eletrônicas instaladas nos veículos, antenas que recebem e transmitem dados às placas eletrônicas instaladas nos veículos no momento da passagem dos mesmos pela área de abrangência das antenas e por sistemas de apoio como transmissão e processamento de dados.
2. Entende-se por antena, para fins desta Resolução, o dispositivo responsável e capaz de ler e escrever informações na placa eletrônica com as seguintes características:
 - 2.1. Deve possibilitar a operação integrada com outros equipamentos de campo, através de interface aberta e conhecida como interface serial, paralela, USB ou ethernet.
 - 2.2. Deve ter desempenho de leitura de pelo menos 99,90% (noventa e nove vírgula noventa por cento) das passagens dos veículos equipados com as placas eletrônicas.
 - 2.3. Deve ter capacidade de leitura e gravação de dados nas placas eletrônicas a uma distância mínima de 5 metros.
 - 2.4. Deve permitir a leitura de dados nas placas instaladas em veículos que estejam trafegando até 160 km/h, no mínimo.
 - 2.5. Deve permitir a gravação de dados nas placas instaladas em veículos que estejam trafegando até 80 km/h, no mínimo.
 - 2.6. Deve resistir a intempéries climáticas e poder funcionar a céu aberto, com proteção física mínima de IP 65 conforme a norma NBR 9883 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).
3. Características das Placas Eletrônicas:
 - 3.1. Devem ter capacidade mínima de armazenamento de 1024 bits de informação, sem limite máximo de memória;
 - 3.2. Devem possibilitar sua fixação nos veículos de tal forma que se tornem fisicamente inoperantes quando removidas da sua localização original;
 - 3.3. Devem ser fixadas no lado interno do pára-brisa dianteiro dos veículos, conforme janela de comunicação de dados informada pelo fabricante do veículo;
 - 3.3.1. Na ausência desta informação, deverão ser fixadas no lado interno do pára-brisa dianteiro dos veículos, conforme determinações do órgão executivo de trânsito do Estado, ou do Distrito Federal, onde estiver registrado o veículo;
 - 3.3.2. No caso de veículos que não possuam pára-brisa, a placa eletrônica deverá ser fixada em local que garanta o seu pleno funcionamento.
 - 3.4. Devem ter capacidade de serem lidas em qualquer condição climática, sem prejuízo da confiabilidade de 99,90% (noventa e nove vírgula noventa por cento) de identificação do veículo;
 - 3.5. A unicidade numérica das placas eletrônicas fornecidas deve ser garantida através de processo controlado pelo DENATRAN;
 - 3.6. Devem ter capacidade de atender, no mínimo, aos requisitos do mapa de memória constante da tabela 1 a seguir:

TABELA 1 – Mapa de Utilização de Memória

APLICAÇÃO	DADO		BITS
BASE\FABRICANTE	NUMERO SERIAL ÚNICO	Tag	64
	CONTROLE DE MANUFATURA	Tag	32
	MEMÓRIA PROGRAMÁVEL	Tag	928
	TOTAL (MÍNIMO)		1024
APLICAÇÃO	DADO	TAG	BITS
	PLACA ELETRONICA		
PLACA ELETRONICA	IDENTIFICAÇÃO DO EMISSOR (Pais, Estado)	Tag	64
	NUMERO DE MATRICULA DO AGENTE	Tag	32
	DATA HORA DA APLICAÇÃO	Tag	16
	PLACA	Tag	88
	NÚMERO DO CHASSI	Tag	128
	RENAVAM	Tag	36
	CODIGO DA MARCA MODELO DO VEICULO	Tag	16
	Aplicações Governamentais	Tag	164
	Sub Total		544
	Bloco 1		
CONTROLE VEICULO	DO Uso pela Iniciativa Privada	Tag	64
	Bloco 2		
CONTROLE VEICULO	DO Uso pela Iniciativa Privada	Tag	64
	Bloco 3		
CONTROLE VEICULO	DO Uso pela Iniciativa Privada	Tag	64
	Bloco 4		
CONTROLE VEICULO	DO Uso pela Iniciativa Privada	Tag	64
	Bloco 5		
CONTROLE VEICULO	DO Uso pela Iniciativa Privada	Tag	64
	Bloco 6		
CONTROLE VEICULO	DO Uso pela Iniciativa Privada	Tag	64
	SUB TOTAL 2		384

4. O SINIAV terá as seguintes características de segurança:

- 4.1. Segurança de integridade de dados da placa eletrônica: os dados de identificação da placa eletrônica nela gravados por seu fabricante, bem como os dados de identificação do veículo gravados pelo órgão executivo de trânsito do Estado ou do Distrito Federal, onde estiver registrado o veículo, conforme determina o Artigo 3º desta Resolução, devem possuir características de gravação tais que seja impossível alterá-los.
- 4.2. Segurança dos dados entre a placa eletrônica e antena leitora: devem ser utilizadas chaves de criptografia para autenticação da comunicação entre as placas eletrônicas e as antenas leitoras, ou outro meio que garanta a segurança necessária destes dados.
- 4.3. A arquitetura do SINIAV deve garantir a segurança das informações protegidas pelo sigilo de dados, nos termos da Constituição Federal e das leis que regulamentam a matéria.

5. O SINIAV terá as seguintes características gerais:

- 5.1. A faixa de potência e a frequência utilizada pelas antenas leitoras e placas eletrônicas, devem estar de acordo com a regulamentação brasileira descrita no plano de canalização da ANATEL.
- 5.2. As características técnicas de funcionamento das placas eletrônicas e antenas leitoras devem garantir a interoperabilidade dos diversos equipamentos integrantes do sistema.
- 5.3. O protocolo utilizado para comunicação entre as placas eletrônicas e as antenas deve ser aberto e de domínio público, a fim de atender ao disposto no artigo 6º desta Resolução e garantir a interoperabilidade do Sistema em todo Território Nacional.
- 5.4. O sistema a ser adotado pelo SINIAV deve ter aproveitamento nas operações de leitura e/ou gravação de, pelo menos, 99,85% (noventa e nove vírgula oitenta e cinco por cento) dos veículos equipados com a placa eletrônica que passarem sobre a área de abrangência das antenas.
- 5.5. Os dados contidos no SINIAV, assim como as formas de comunicação para leitura e/ou gravação de dados, devem ser garantidos através de códigos criptográficos que possibilitem a integridade, sigilo e confiabilidade das informações nele armazenadas.

ANEXO B - Portaria N° 570 CONTRAN de 27/06/2011**PORTARIA N° 570, DE 27 DE JUNHO DE 2011**

Estabelece regras e define os requisitos mínimos para a certificação e homologação de produtos do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos - SINIAV.

O DIRETOR SUBSTITUTO DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN, no uso das atribuições que lhe foram conferidas pelo art. 19, inciso I, da Lei n° 9.503, de 23 de setembro de 1.997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB);

Considerando o disposto na Resolução CONTRAN n° 212, de 13 de novembro de 2006, que dispõe sobre a implantação do Sistema de Identificação Automática de Veículos – SINIAV em todo o território nacional,

Considerando o disposto na Portaria DENATRAN n° 227, de 30 de março de 2010, que estabelece instruções necessárias para a transferência de tecnologia, de forma a propiciar aos Fabricantes de Semicondutores e interessados o acesso a informações e ao Protocolo IAV DENATRAN,

Considerando a necessidade de estabelecer critérios e procedimentos para a certificação de produtos no âmbito do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV, e

Considerando o que consta no Processo n° 80000.056892/2010-12.

Resolve:

Art. 1º Definir, na forma dos Anexos desta Portaria, os requisitos mínimos para a certificação e homologação de placas de identificação veicular eletrônica e antenas leitoras destinadas à implantação do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos - SINIAV.

Art. 2º O processo de homologação descrito nesta Portaria é compulsório para os produtos – placas de identificação veicular eletrônica e antenas leitoras – desenvolvidos para a implantação do SINIAV.

Art. 3º Os fabricantes ou fornecedores de soluções SINIAV somente poderão solicitar ao DENATRAN a homologação de produtos previamente certificados por Organismo de Certificação Designado - OCD conforme disposto nesta Portaria.

Art. 4º Para os fins da presente Portaria, Organismo de Certificação Designado - OCD é o ente designado pelo DENATRAN, responsável pela condução do processo de certificação.

Art. 5º Somente poderão solicitar homologação de produtos para o SINIAV fabricantes ou fornecedores que tenham obtido o licenciamento para utilização do Protocolo IAV DENATRAN, nos termos da Portaria DENATRAN n° 227/10.

Art. 6º Antes de iniciar o processo de certificação, o fabricante ou fornecedor deverá obter laudo, emitido por entidade designada pelo DENATRAN, que ateste a implementação adequada do Protocolo IAV DENATRAN no produto a ser certificado e, portanto, que este atende aos requisitos de interoperabilidade definidos para o SINIAV.

Art. 7º O fabricante ou fornecedor iniciará o processo de certificação junto ao OCD por ele escolhido ao qual deverá fornecer todos os documentos necessários à comprovação de atendimento às normas e requisitos para certificação de produtos do SINIAV, incluindo o laudo de que trata o artigo 6º, e material que permita a realização de todos os testes exigidos nos Anexos desta Portaria.

Art. 8º O OCD escolhido pelo solicitante será o responsável pela realização e análise de todos os ensaios necessários, especificados nos Anexos desta Portaria, que serão realizados em laboratórios acreditados pelo INMETRO.

Art. 9º Ao final do processo de certificação, o OCD emitirá um certificado que atesta a conformidade do produto às exigências legais.

Art. 10. O processo de homologação terá início com o requerimento do fabricante ou fornecedor e será instruído, no mínimo, com os seguintes documentos:

- I – Cadastro de identificação da empresa e do produto, conforme Anexo I desta Portaria;
- II – Certificado de adequação do produto, emitido por OCD, conforme disposto nesta Portaria;
- III – Laudo que ateste o atendimento dos requisitos de interoperabilidade definidos para o SINIAV, conforme artigo 6º desta Portaria.

Art. 11. Os Anexos desta Portaria encontram-se disponíveis no sítio eletrônico www.denatran.gov.br.

Art. 12. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ORLANDO MOREIRA DA SILVA