



A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID NA GESTÃO DO TRÁFEGO URBANO

Área temática: Logística

Cesar Eduardo Leite

cesarl@ucb.br

Paulo Cesar Marques da Silva

pcmsilva@unb.br

Resumo: Esta pesquisa tem por objetivo responder se existe a possibilidade da utilização da tecnologia RFID na gestão do tráfego urbano, baseando-se em seu estudo técnico, seu histórico e aplicações, concluindo com a avaliação de referências práticas da utilização. Tecnologia que surgiu da evolução do radar, o RFID identifica objetos em movimento, carregando os dados cadastrais deste objeto e monitorado sua posição em local controlado. Os EUA foram precursores de seu uso na gestão do tráfego identificando veículos e mercadorias para cobrança de pedágios. Existem aplicações na gestão de frotas, patrimônio, hospitalar, estoques, e uma infinidade de alternativas. Na Gestão do Tráfego a tecnologia se mostra uma eficiente ferramenta.

Palavras-chaves:

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho de pesquisa tem como objetivo geral responder se existe a possibilidade da utilização da tecnologia RFID (*Radio Frequency IDentification*) na gestão do tráfego urbano, questão essa baseada no estudo da tecnologia RFID, em seu histórico e aplicações, concluindo com a avaliação de algumas referências práticas de sua utilização na Engenharia de Tráfego.

Sendo uma tecnologia que surgiu da evolução do radar, o RFID vem atender a necessidade de se identificar objetos em movimento, como uma evolução do código de barras em formato magnético, em que se tem acesso a todos os dados cadastrais do objeto monitorado e sua posição em determinado ambiente controlado.

A pesquisa aponta os Estados Unidos da América como precursor do uso do RFID na gestão do tráfego, onde, desde a década de 70 são testadas experiências no sentido de se identificar veículos e mercadorias em movimento, de forma comercial, que foi estimulada e se financiou pela cobrança de pedágios. Paralelamente tem aplicações na gestão de frotas, gestão de patrimônio, gestão hospitalar, estoques, e uma infinidade de alternativas.

São apresentadas alternativas experimentais que mostram ser esta tecnologia uma eficiente ferramenta na perfeita gestão do tráfego urbano.

O trabalho deixa aberto um caminho para o desenvolvimento de várias pesquisas futuras, já que o amplo campo de aplicações desta tecnologia não deve se esgotar sua utilização prática.

1. Método de Pesquisa

Considerando Gil (1991), pode-se se identificar a pesquisa quanto a sua natureza como Aplicada, já que tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, e envolvendo verdades e interesses locais.

São utilizados métodos não experimentais, onde o pesquisador somente observa e mede o comportamento ou situação, não havendo manipulação ou mudança do ambiente estudado.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, faz-se uma pesquisa Qualitativa, onde se considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o objeto de estudo, sem porém avaliar dados numéricos.

Com vistas a seu objetivo, esta pesquisa é Exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com o objetivo de torná-lo explícito ou a construir hipóteses que poderão ser

comprovadas posteriormente. Envolve um levantamento bibliográfico com análise de exemplos que estimulam a sua compreensão.

Uma pesquisa Bibliográfica pretende elaborar, com base em material já publicado, constituído de livros, artigos e material disponibilizado na Internet, um conjunto de hipóteses sobre o problema proposto.

2. A Tecnologia de *Radio Frequency Identification* - RFID

Segundo Jornal RFID (2014), a tecnologia de identificação por radiofrequência, ou RFID, representa um termo genérico que explica tecnologias que usam o reflexo das ondas de rádio para identificar objetos. Dos vários métodos de identificação existentes, o mais comum é aquele que armazena um código que identifica o objeto, apresentando seu cadastro e outras informações que se deseja controlar. Em um microchip ligado a uma antena (denominado “transponder” RFID ou “Tag” RFID). O chip transmite a informação codificada de identificação para um leitor, que converte as ondas de rádio refletidas em informações digitais que podem ser interpretadas por computadores.

3.1 Dados Técnicos

Segundo Romão *et al* (2012), de uma forma técnica, RFID corresponde à sigla de *Radio Frequency Identification*, sendo uma tecnologia que se baseia no funcionamento de uma etiqueta (Tag) que é basicamente um indutor que, ao ser exposto a um campo magnético gerado (antena), que induz uma corrente elétrica e gera um sinal de resposta ao sinal emitido pela antena. Desta forma temos a grande vantagem de se identificar itens em movimento, permitindo consultar e alimentar informações diversas automaticamente.

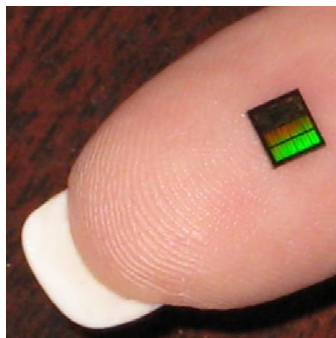
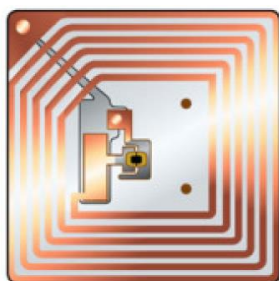


Figura 1: Chip RFID

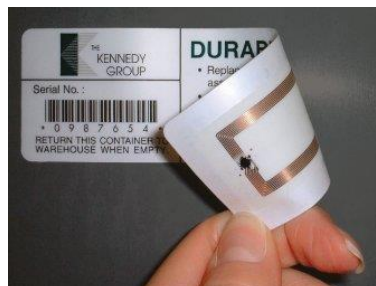
Conforme estudo de Chaves *et al* (2008), o uso desta tecnologia vem se disseminando no mundo, graças a sua enorme versatilidade, passando pelo uso em logística, comércio, gestão de patrimônio, animais, pessoas, etc., e até mesmo a área médica faz uso desta tecnologia na identificação de pacientes, exames e medicamentos. A Figura 1 apresenta um exemplo de Chip RFID.

O *Wal Mart* foi precursor do uso dessa tecnologia para fazer o controle de estoque, identificando os produtos em seu estoque de forma automática, e hoje é comum vermos a utilização desta tecnologia no pedágio “SEM PARAR”, na identificação de livros em livrarias, de produtos em Drogarias e Supermercados para evitar roubo.

Existem dois tipos de etiquetas identificadoras (Tag), as ativas e as passivas, sendo as ativas (Figura 3) aquelas que possuem uma bateria própria e geram o sinal de identificação de forma contínua, e seu melhor exemplo de uso é o Tag “SEM PARAR” para pagamento de pedágios e estacionamento. Já o Tag passivo (Figura 2) é mais simples e necessita estar próximo à antena para responder ao sinal, e seu exemplo são as etiquetas de algumas lojas de departamentos, lojas de equipamentos eletrônicos, *Shopping Center*, entre outros.



Dispositivo



Etiqueta



Antena

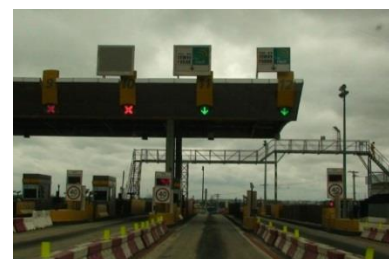
Figura 2: Exemplo de Etiquetas RFID Passivas



Equipamento



Tag instalado



Antenas no pedágio

Figura 3: Exemplo de Etiquetas RFID Ativas

Nepomuceno (2011), Ramirez (2012) e Guo *et al* (2010), afirmam que o processo de identificação através do sistema RFID prevê a necessidade de três elementos, o Primeiro é a Antena que emite e recebe o sinal refletido, o Segundo é a etiqueta Tag instalado naquilo que se deseja controlar, e o Terceiro corresponde ao identificador dos dados, que é o equipamento eletrônico que armazena e trabalha as informações lidas (Figura 4).

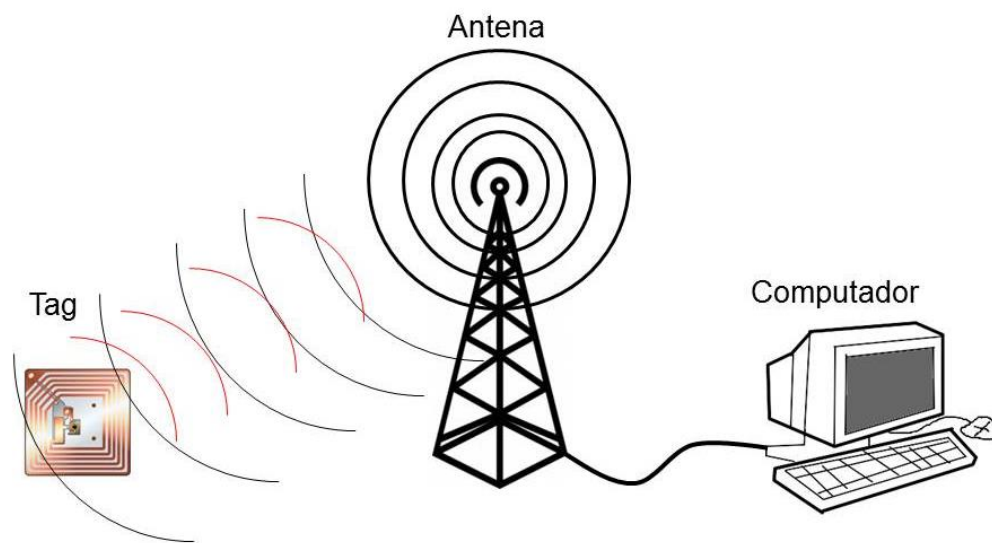


Figura 4: Integração do sistema RFID

3.2 A Tecnologia RFID Aplicada aos Transportes

Para Chaves *et al* (2008) e Romão *et al* (2012), sem nos preocuparmos em dar atenção, os identificadores por radiofrequência (RFID) fazem parte integrante da nossa vida, com aplicações das mais diversas, tais como impedir o roubo de automóveis e mercadorias; na cobrança de pedágio “SEM PARAR”; na gestão de tráfego; na entrada do *Shopping Center*; em estacionamentos automáticos; distribuição e localização de mercadorias embarcadas; no controle do acesso de veículos para condomínios fechados, aeroportos e prédios corporativos.

Na maioria dos casos, os Tag's são alimentados por uma bateria que permite ao equipamento emitir o sinal de rádio de forma permanente, e, passando ao lado de uma antena, transmite registros que se traduzem nos equipamentos de informática como todos os dados referentes àquele veículo, carga, equipamentos, ou tudo o que se deseja controlar.

3.2.1 História do sistema RFID

O estudo de Landt (2013) nos mostra que a origem da tecnologia remonta ao Século XIX, com as pesquisas sobre eletromagnetismo de Michael Faraday, James Clerk Maxwell e Heinrich Rudolf Hertz, que estudaram o eletromagnetismo e suas ondas. Em 1896, Guglielmo Marconi conseguiu realizar a primeira transmissão de radiotelegrafia atravessando o Oceano Atlântico, e a partir disso, o mundo se transformou.

No início do Século XX, Ernst F. W. Alexanderson consegue gerar e transmitir sinais de rádio para rádio, dando início às pesquisas sobre o radar, que teve seu grande desenvolvimento e aplicação durante a Segunda Guerra Mundial. O radar (Figura 5) envia ondas de rádio que, ao encontrar um objeto qualquer, reflete estas ondas permitindo determinar a posição e os movimentos deste objeto. Obviamente os militares deram grande importância para o radar foi e suas primeiras pesquisas foram mantidas em segredo.

Foi nos anos 1950 que aconteceram as grandes pesquisas de exploração de técnicas de RFID, como o desenvolvimento de identificadores de longo alcance para aeronaves, de forma a se identificar “amigo” e “inimigo”, já que o RFID permite não só identificar a existência de um objeto, assim como faz o radar, mas também transmite informações referentes a este objeto.

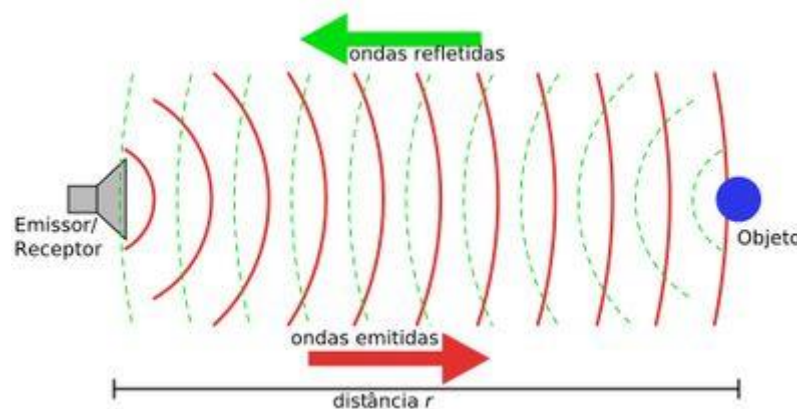


Figura 5: Esquema de funcionamento do Radar

Na década de 1960 surgem as aplicações comerciais de tal tecnologia, com empresas investindo na vigilância eletrônica e combate ao roubo de mercadorias, e os anos 1970 foram caracterizados pelo desenvolvimento de aplicações voltadas ao rastreamento animal, rastreamento de veículos e automação da fábrica.

Landt (2013) afirma que as pesquisas feitas no *Los Alamos National Laboratory*, pela *International Bridge, Tunnel and Turnpike Association (IBTTA)* e pelo *Federal Highway Administration (FHWA)* dos Estados Unidos, patrocinaram uma conferência, em 1973, que concluiu não ser de interesse nacional o desenvolvimento de um sistema padrão para identificação eletrônica de veículos, o que acabou por promover uma intensificação das pesquisas dos defensores da tecnologia.

3.2.2 O sistema RFID em Transportes

Nos anos 1980 os Estados Unidos mostrou grande interesse no desenvolvimento da tecnologia RFID, especialmente para o transporte, enquanto na Europa os interesses eram sua utilização na gestão de processos industriais. (LANDT, 2013)

A alavancagem para a rápida expansão das aplicações do RFID foi o desenvolvimento e proliferação do *Personal Computer (PC)*, que permitiu a interpretação e gestão dos dados obtidos, dentro da conveniência econômica de cada aplicação. A primeira aplicação comercial do RFID para cobrança de pedágio aconteceu em 1987, na Noruega, e foi seguido rapidamente pelos Estados Unidos em 1989. Nos anos 1990 os Estados Unidos já tinham implantado em larga escala o sistema RFID para cobrança de pedágio, agora com mais de 3 milhões de etiquetas instaladas em vagões.

O primeiro sistema automático de pedágio eletrônico em estrada aberta do mundo foi implantado em Oklahoma em 1991, onde os veículos poderiam passar pelo ponto de cobrança de pedágio na velocidade da estrada, sem ter que parar em uma barreira. Desta forma, o veículo passa pela antena e ela capta seus dados, que são armazenados e geram as cobranças e outras facilidades que se sucedem, e com isso, logo a tecnologia foi disseminada.

O Século XXI começa com os componentes do sistema cada vez menores e mais simples, facilmente instalados no para brisas, e agora o RFID é elogiado na mídia com suas aplicações sendo do interesse coletivo. Mas essa simplicidade e diminuição do tamanho requerem investimentos em pesquisa. Com isso, a gestão da Cadeia de Suprimentos e o rastreamento dos produtos, impulsionaram as pesquisas que, ao final dos anos 1990 incorporou a eletrônica mais avançada aos circuitos dos Tag's. Esse desenvolvimento permitiu a redução no tamanho do circuito, no custo das etiquetas, uma maior funcionalidade e confiabilidade, permitindo assim, a utilização desta tecnologia nas Lojas de Departamentos, Livrarias, Drogarias, Hospitais, e tantas outras aplicações que são vistas atualmente.

3. A Tecnologia RFID no Controle do Tráfego

4.1 Engenharia de Tráfego

Baseado em Silva (2007), avalia-se que a Engenharia de Tráfego, entre outros tópicos, estuda o Fluxo de veículos nas vias, considerando ser este fluxo (q) definido pela razão entre o número de veículos (N) em uma determinada via em um intervalo de tempo (T).

$$q = \frac{N}{T}$$

Já a concentração ou densidade é uma grandeza espacial, representando a quantidade de veículos presentes em uma determinada extensão de via, sendo a concentração (k) calculada pela razão entre o número de veículos (N) e o trecho da via analisada (X).

$$k = \frac{N}{X}$$

Assim temos que a velocidade da via (v) é dada pela razão entre o fluxo (q) e a concentração (k), ou seja:

$$v = \frac{q}{k}$$

O objetivo desta análise é qualificar o trânsito da via estudada como livre, intenso, lento ou congestionado, caracterizando a complexidade do tráfego desta via (Figura 6).

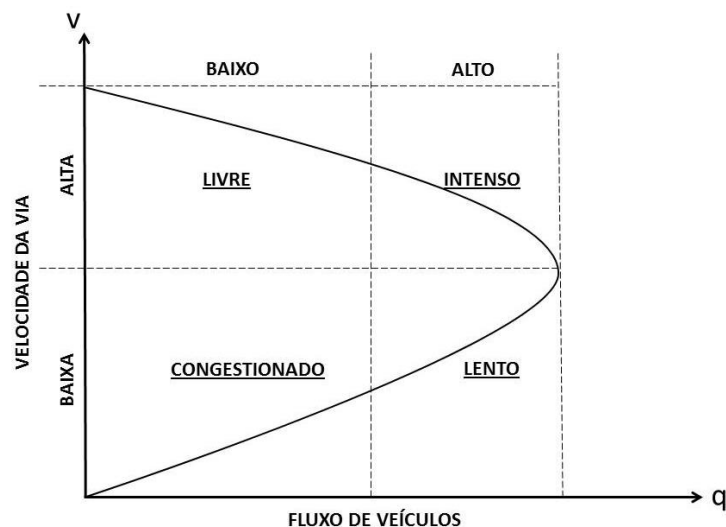


Figura 6: Diagrama da relação entre velocidade e fluxo

Em se estudando essas variáveis, observa-se que existem situações preferenciais para condições específicas, isto é, para cada tipo de via teríamos uma condição ideal ou aceitável de trabalho, dimensionando velocidade, concentração e fluxo para os tipos de vias, as de trânsito rápido, as arteriais, as coletoras, e as vias locais.

Para se manter a otimização do uso das vias, de forma a não prejudicar um ou outro usuário, o Controle do Tráfego utiliza-se dos sinais de trânsito e demais mecanismos de operação para regular, advertir e guiar o tráfego, sendo a sinalização semafórica o recurso mais utilizado quando se estuda as variações do tráfego no tempo.

4.2 Controle do Tráfego

Conforme trabalho de Souza (2012), dentre as técnicas utilizadas para realizar o Controle do Tráfego, utilizando sistemas semafóricos com atuação planejada e direcionada a se promover o bom desempenho do tráfego, temos:

Controle em Tempo Fixo é um processo independente, que consiste em uma agenda de planos semafóricos a serem executados pelos equipamentos, os quais são aplicados conforme determinado no agendamento;

Controle Atuado consiste num processo onde o controlador semafórico realiza a troca de estágios pré-determinados em função de dados vindos de detectores veiculares colocados nas aproximações da interseção;

Seleção de Planos representa uma evolução da técnica de tempo fixo, onde detectores veiculares são posicionados na área a ser controlada, cujos dados são enviados a uma central de operações, a qual tem por objetivo escolher o plano mais adequado para cada interseção, tomando-se como base as medidas de contagem e ocupação feitas no local;

Controle em Tempo Real são sistemas computacionais que coletam as informações das condições reais de tráfego, através de detectores veiculares, realizando cálculos para determinar os planos adequados, e comandando o controlador semafórico para executar estes planos. Dão comandos imediatos para situações rotineiras ou contingenciais, sendo assim o sistema mais eficiente.

Fica clara a sequência de apresentação das técnicas de Controle do Tráfego na evolução da mais simples e barata para a mais completa e onerosa, e é nesta última que o sistema RFID se associa ao processo de controle do tráfego.

4.3 Controle do Sistema Semafórico

No estudo de Singh *et al* (2012) e Chattaraj *et al* (2009), o controle do sistema semafórico baseado na tecnologia RFID, mostra-se eficiente quando pode considerar prioridades de diferentes tipos de veículos, fazer gestão da densidade de tráfego nas vias ou a minimização dos conflitos em cruzamentos.

As interseções de vias são pontos de estrangulamento na rede de tráfego urbano, onde o fluxo de veículos pode se acumular rapidamente gerando o congestionamento, isto quando o sistema de controle do tráfego não é eficiente o suficiente para gerir adequadamente as filas de maneira rápida e inteligente.

Analisando-se a interseção de duas vias (Figura 7), cada pista teria o seu leitor de RFID para rastrear os veículos que passam por ela. Desta forma, cada ponto de interseção tem seu próprio controle do fluxo de veículos que passavam pelo ponto semafórico. Na proposta, cada veículo teria seu dispositivo RFID (Tag), o qual alimenta o sistema de gestão com seu número de identificação permitindo identificar sua prioridade.

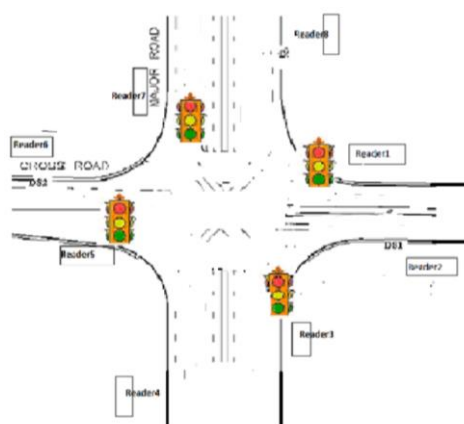


Figura 7: Cruzamento de duas vias

Com a identificação cadastral do veículo, suas características, seu proprietário, e até mesmo o objetivo de seu deslocamento, o sistema de gestão pode intervir no sequenciamento semafórico de forma a dar

prioridades aos veículos mais importantes. Esta importância poderia ser determinada como primeira prioridade para ambulâncias, veículos do Corpo de Bombeiros e de autoridades, a segunda prioridade para os ônibus e escolares e fretados por empresas, a terceira prioridade para o carro particular, motocicletas e *scooters*, e quarta prioridade seriam os veículos pesados.

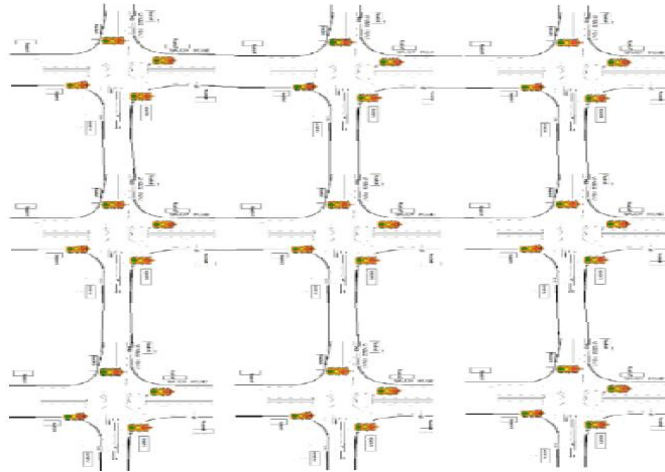


Figura 8: Vários cruzamentos de uma cidade

Uma cidade possui vários cruzamentos (Figura 8) e o leitor RFID armazenaria os registros de todos os veículos que passavam pela antena/semáforo. O controlador semafórico segue, então, a mesma sequência de rodízio das luzes para um veículo de emergência que é detectado, gerando o sinal verde para todo o percurso. Outra possível tarefa do controlador seria calcular o tempo de verde de cada conjunto semafórico, baseado no fluxo de veículos naquele ponto, ou mesmo determinar nova rota para o tráfego comum por contingências ocorridas em qualquer ponto.

4.4 Controle do Fluxo do Tráfego

Wang *et al* (2014) propõem a utilização da mesma tecnologia, instalando as antenas nos carros e as etiquetas RFID no piso das vias, ou em posição que possibilite existirem sequências pré-definidas de etiquetas, permitindo-se identificar a posição exata de um veículo numa autoestrada.

As etiquetas RFID seriam fixadas na superfície da via (Figura 9), contendo informações de posição, a distância a um ponto de referência, o número da raia na via, ou mesmo a direção de viagem. Quando um veículo passa sobre as etiquetas de RFID, seu leitor instalado no veículo lê a informação da posição.

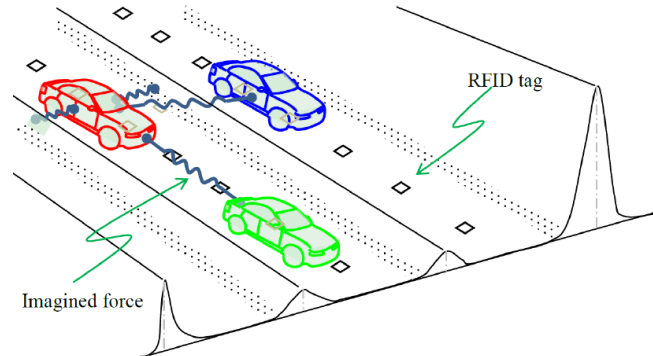


Figura 9: Tag instalado nas vias

Nesta proposta é no próprio veículo que se interpretam os códigos RFID para se identificar as informações necessárias. O veículo passa através de cada etiqueta consecutivamente e o computador de bordo calcula a distância entre o veículo e a última Tag, ou, o radar mede a distância entre o veículo e o alvo fixado e os resultados obtidos são transferidos para o computador.

4.5 Controle do Tráfego em uma Rodovia

Guo *et al* (2010) propõem a utilização da mesma tecnologia na gestão do fluxo de tráfego nas rodovias, onde os sensores ou Tag's são instalados em frações pré-determinadas da rodovia permitindo ser avaliada também a velocidade dos veículos.

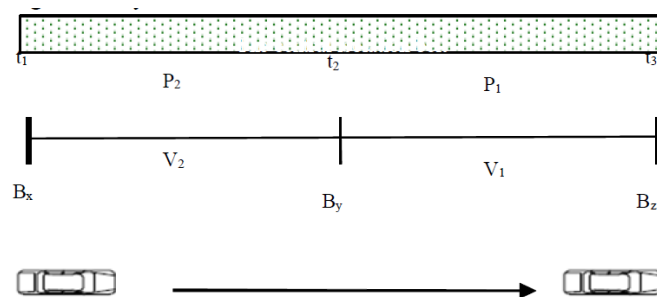


Figura 10: Tag's instalados nas rodovias

4. Conclusão

A pesquisa mostra que existe um universo de aplicações da tecnologia RFID na Gestão do Tráfego, e não somente naquelas exploradas neste trabalho. Os custos de implantação não são avaliados nesta pesquisa, porém mostram-se vantajosos os resultados técnicos apurados, o que projeta sua aplicação através da implementação em escala.

A tecnologia mostra-se adequada às necessidades da Gestão do Tráfego, e as soluções apresentam acesso imediato para propostas de implantação. Os Tag's e etiquetas já são produzidos para fins de gestão de estoques, equipamentos, mercadorias, e até mesmo já são empregados em sistemas de Logística e Transportes. Para ser efetivamente a resposta na gestão do Tráfego necessita somente de investimentos públicos e privados.

Tem-se ainda, os benefícios indiretos da tecnologia, como a minimização dos furtos e roubos de veículos, a gestão em tempo real de toda a malha viária atendida pelo sistema, a localização de quaisquer veículos específicos dentro da malha, todas as possibilidades para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- Chattaraj, A., S. Bansal, A. Chandra. *An Intelligent Traffic Control System Using RFID*. IEEE Potentials, vol. 28, no. 3, MAY/JUNE 2009, pp. 40 – 43.
- Chaves, A. N.; L. Weng; F. C. Barcelini. **Sistema de monitoramento de tráfego através de RFID**. Projeto de formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Poli-USP, Campus da Capital, São Paulo, SP, 2008.
- Guo, L., W. Fang, G. Wang, L. Zheng. *Intelligent Traffic Management System Base on WSN and RFID*. *International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering*. Chengdu, China, 2010.
- Jornal RFID. Perguntas Frequentes. **O que é RFID?** Disponível em: <http://brasil.rfidjournal.com/perguntas-frequentes>, acesso em 15 de outubro de 2014.
- Landt, J. *The history of RFID*. IEEE Potentials, vol. 24, no. 4, Oct.-Nov. 2005, pp. 8 – 11.
- Nepomuceno, T. A. F. **Sistema de Identificação de Veículos Automotores Utilizando Tecnologia RFID**. Monografia apresentada ao Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Curso de Engenharia de Computação, Brasília, DF, 2011.

Ramírez, J. J. *Radio frequency identification (RFID) technology for academic, logistics and passenger transport applications. Ingeniería e Investigación*. Vol. 32, No. 3, pp. 58-65, 2012.

Romão, M. N. P. V.; E. R. Angélico; A. C. P. Ferraz. **SINIAV: O uso da Tecnologia RFID na Gestão do Trânsito e a sua Implantação no Estado de São Paulo**. Anais do III FatecLog - Congresso de Logística, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Guaratinguetá, SP, 2012. Disponível em: <http://www.fateclog.com.br/site/category/edicoes-anteriores/anais-iii-fateclog/>

Silva, P. C. M. **Teoria do fluxo de tráfego**. Apostila. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/teoria-do-fluxo-de-trafego.pdf>

Singh, H.; K. Kumar; H. Kaur. *Intelligent Traffic Lights Based on RFID. International Journal of Computing & Business Research*, ISSN (Online): 2229-6166, 2012.

Souza, F. A. **Uma Plataforma Computacional para Implementação de Controle Preditivo Distribuído com Aplicações ao Controle de Tráfego Veicular Urbano em Macaé**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.

Wang, J.; Ni, D.; Li, K. *RFID-Based Vehicle Positioning and Its Applications in Connected Vehicles. Sensors* 2014, 14, 4225-4238; doi:10.3390/s140304225.