



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA-UniCEUB**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**ARTHUR FILIPE GAZE DE FRANÇA STECANELA SAVI**

**Controle de velocidade em longos trechos por RFID.**

**Orientador: Professora M.C. Maria Marony Sousa Farias**

Brasília  
Novembro, 2011

**ARTHUR FILIPE GAZE DE FRANÇA STECANELA SAVI**

**Controle de velocidade em longos trechos por RFID.**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília  
(UniCEUB) como pré-requisito  
para a obtenção de Certificado de  
Conclusão de Curso de Engenharia  
de Computação.

Orientador: Professora M.C. Maria  
Marony Sousa Farias

Brasília

Novembro, 2011

**Dedico este trabalho à minha família por acreditar em mim, aos meus amigos por todo apoio e a todos que estiveram ao meu redor em meu ciclo de convivência durante os anos de curso.**

## **AGRADECIMENTOS**

Devo agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado a força de vontade necessária para concluir o curso, por me proteger, abençoar e iluminar em todos os momentos necessários. Agradeço a minha família que proporcionou este momento. Agradeço também aos amigos que me incentivaram e me ajudaram na conclusão do curso.

## Sumário

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....	13
1.1– O Problema .....	13
1.3 – Objetivos do Trabalho .....	14
1.3.1- Objetivo Geral .....	14
1.3.2 – Objetivos específicos .....	14
1.4 – Justificativa e Importância do Trabalho .....	14
1.5 – Escopos do Trabalho .....	15
1.6 – Resultados Esperados .....	15
1.7 – Estrutura do Trabalho .....	16
CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	17
2.1 – O Problema .....	17
2.2 - Soluções Existentes .....	19
2.3- Benefícios da Solução Apresentada.....	20
CAPÍTULO 3 – BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA .....	22
3.1 – Identificação por Rádio Frequência.....	22
3.1.1 – Introdução .....	22
3.1.2 – Histórico .....	22
3.1.3 - Funcionamento do RFID .....	23
3.1.6 – Por que utilizar o RFID?.....	31
3.2 – Linguagem de Programação – JAVA.....	31
3.2.1 – Introdução .....	31
3.2.2 – Conceitos sobre <i>Java</i> .....	32
CAPÍTULO 4 – SISTEMA PROPOSTO .....	34
4.1 – Apresentação Geral do Sistema Proposto.....	34
4.2 – Descrição das Etapas do Sistema.....	35
4.3 – Descrição da Implementação.....	35
4.3.1 – <i>Hardware</i> utilizado.....	36
4.3.1.3 – Etiquetas RFID .....	40
4.3.1.4 – O Protocolo de comunicação.....	40
CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	46

5.1 - Apresentação da área de Aplicação do Modelo Proposto .....	46
5.1.1 - O ambiente de simulação .....	47
5.2 - Descrição da Aplicação do Modelo .....	48
5.2.1 – Primeira Identificação.....	48
5.2.2 – Etapa de Segunda Leitura .....	49
5.2.3 – Etapa de cálculo de velocidadee comparação com a máximo permitida. ....	49
5.3 - Resultados da aplicação do Modelo .....	51
5.4 - Custos do Projeto .....	55
5.5 - Avaliação Global do Modelo Proposto .....	56
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
6.1 - Conclusões .....	58
6.2 - Sugestões Para Trabalhos Futuros .....	59
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Distância deparada.....	18
Figura 2.2 - Radar Fixo.....	19
Figura 3.2 – Esquema básico de sistemas RFID.....	23
Figura 3.3 – Tipos de etiquetas RFID.....	24
Figura 3.5 – Componentes da Etiqueta .....	25
Figura 3.6 – Leitor RFID.....	27
Figura 3.7 - Java Virtual Machine .....	31
Figura 4.1 – Leitor <i>Phidget</i> RFID).....	35
Figura 4.2 - Leitor RFID plugado no computador.....	37
Figura 4.3 - Painel de Controle do RFID <i>Phidget</i> .....	37
Figura 4.4 – Teste Leitor RFID.....	38
Figura 4.5 – Ferramentas Utilizadas.....	39
Figura 4.6 – Pacotes utilizados no desenvolvimento do software .....	40
Figura 4.7 – Classe “RFID”.....	41
Figura 4.8 –Pacote“listeners”.....	42
Figura 5.1 – Ilustração da Maquete Utilizada.....	45
Figura 5.2 – Primeira Identificação.....	46
Figura 5.3 – Veículo não multado.....	48
Figura 5.4 – Interface do Software.....	49
Figura 5.5 – Maquete Utilizada.....	50
Figura 5.6 –Etiqueta RFID anexada ao veículo.....	50
Figura 5.7 – Conexão do leitor RFID com computador.....	51

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 - Velocidade Máxima no CTB.....	18
Tabela 3.1 – Faixas de Frequência RFID.....	27
Tabela 3.2 – Frequências, distância e tipo de etiqueta.....	28
Tabela 5.1 – Custos Projeto.....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- EPC** – Electronic Product Code
- GPS** – Global Positioning System
- HF** – High Frequency
- LED** – Light Emitting Diode
- LF** – Low Frequency
- RFID** – Radio Frequency Identification
- SGBD** – Sistema Gerenciador de Banco de Dados
- SPP** – Standard Parallel Port
- SQL** – Structured Query Language
- UHF** – Ultra High Frequency
- USB** – Universal Serial Bus
- DENATRAN** – Departamento Nacional de Trânsito
- CONTRAN** – Conselho Nacional de Trânsito
- CTB** – Código Brasileiro de Trânsito
- Km/H** – Quilômetros por Hora
- DNIT** – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Trânsito
- OMS** – Organização Mundial de Saúde

## RESUMO

Neste projeto, é proposto o controle de velocidade de uma via pública, utilizando-se a tecnologia RFID (identificação por rádio frequência) e um sistema desenvolvido em linguagem de programação Java. O protótipo consiste em identificar o horário exato em que um veículo entra em uma área de monitoramento, assim como o horário exato de saída dessa área. Desta forma, tendo o horário de entrada e saída, obtém-se o tempo gasto para atravessar esta área. Com a distância fixa e conhecida determina-se a velocidade através da fórmula  $V_m = D/T$  (Velocidade média igual a distância dividida pelo tempo). A comprovação, através de diversos estudos, de que a redução da velocidade dos carros que transitam na via gera um trânsito mais seguro, torna evidente a necessidade do desenvolvimento de um mecanismo de controle de velocidade mais eficaz. Os objetivos alcançados demonstram que é possível atingir tal meta gerando maior segurança para todos no trânsito.

### **Palavras Chave:**

Identificação por rádio frequência, controle de velocidade, segurança, trânsito.

## ABSTRACT

In this project, we propose the speed control of a public road, using RFID technology (radio frequency identification) and a system developed in Java programming language. The prototype is to identify the exact time when a vehicle enters an area of monitoring, as well as the exact time of departure of this area. Thus, having the time of entry and exit, you get the time taken to traverse this area. With the known fixed distance and the speed is determined by the formula  $V_m = D / T$  (Average speed equals distance divided by time). The evidence, through various studies, that reducing the speed of cars passing on the road creates a safer traffic, makes clear the need to develop an engine speed control more effective. The results attained show that it is possible to achieve this goal by generating greater security for all traffic.

### **Keywords:**

Radio frequency identification, speed control, security, traffic.

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

### **1.1– O Problema**

Junto com o grande aumento da frota de veículos automotores circulando no Brasil há também um aumento no número de acidentes de trânsito. De acordo com a Associação Brasileira de Prevenção de Acidentes de Trânsito o excesso de velocidade é um dos maiores fatores de risco de acidentes de trânsito. O mecanismo de controle de velocidade aplicado em vias públicas, hoje, possui um grave problema: a prática de o motorista infrator diminuir a velocidade do seu carro ao se aproximar da fiscalização e, após passar pela área de alcance do radar, aumentar novamente sua velocidade.

É preciso, desenvolver um mecanismo que iniba o abuso de velocidade, não só em um exato ponto da via, como é feito hoje, mas em um longo trecho de modo que fique inviável a retomada da velocidade inadequada.

### **1.2 – A solução Proposta**

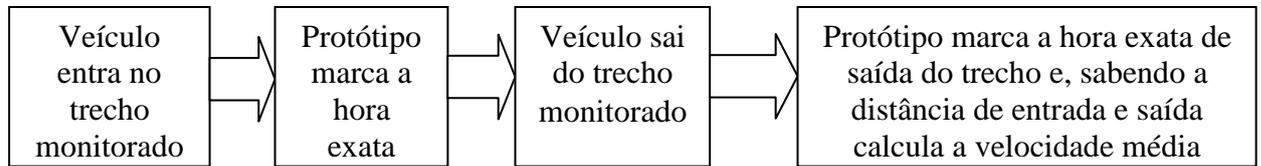
Através de um protótipo, que tem como base de funcionamento identificação por RFID, pretende-se medir a velocidade média de um automóvel que transita por certo trecho de via pública.

O protótipo deve identificar, por RFID, o exato horário em que um automóvel que contenha uma etiqueta RFID entra no trecho monitorado, assim como também deve identificar o exato momento em que o automóvel deixa o trecho monitorado. Com essas duas informações o sistema proposto tem o tempo exato que o veículo usou para atravessar todo o trecho monitorado.

O sistema fica em um ponto determinado e conhecido, ou seja, a distância entre o começo do trecho fiscalizado e o seu final são pré-estabelecidos.

Usando todas estas informações de tempo e distância, é possível averiguar a velocidade média através da expressão:  $V_m = D/T$  (Velocidade média é igual a distância dividido pelo tempo).

Assim, se a velocidade de um veículo for maior que a permitida é gerado um relatório da infração.



### 1.3 – Objetivos do Trabalho

#### 1.3.1- Objetivo Geral

Este projeto visa propor uma solução, por meio de um protótipo, que atue no controle da velocidade de um veículo durante todo um trecho conhecido e, conseqüentemente, diminua os riscos de acidentes que, se acontecerem, serão menos letais. Utilizando a tecnologia *RFID* (*Radio Frequency Identification*), será apresentada uma simulação de uma via controlada através de um sistema desenvolvido para esta finalidade.

#### 1.3.2 – Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral do projeto são estipulados alguns objetivos específicos que primeiramente devem ser alcançados:

- Identificar de forma única cada veículo que circula na via;
- Desenvolver um sistema capaz de verificar a velocidade do veículo na via; e
- Disponibilizar a informação se o veículo ultrapassou a velocidade permitida.

### 1.4 – Justificativa e Importância do Trabalho

Com base no artigo nº 61 do CTB (Código de Trânsito Brasileiro), que trata dos limites de velocidade e com os alarmantes números de acidentes de trânsito – fica incontestável a necessidade de um sistema computadorizado que controle uma via de trânsito pública de uma forma mais eficaz. O protótipo apresentado tende a gerar mais segurança ao

motorista, passageiro e todos os usuários da via controlada, uma vez que, inibe e torna inviável o abuso da velocidade por parte dos motoristas infratores. Assim, tentando diminuir as chances de acidentes e, em casos inevitáveis, tentando diminuir os danos causados.

### **1.5 – Escopos do Trabalho**

O projeto abrange reconhecer, por meio da tecnologia RFID os veículos que transitam pela via, apontando se esses veículos reconhecidos ultrapassaram a velocidade permitida para o trecho monitorado. Não se busca aqui desenvolver um dispositivo de monitoramento do trânsito, como o SINIAV (Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos) e o ABRAMCET (Associação Brasileira de Monitoramento e Controle Eletrônico de Trânsito), mas sim um equipamento com o intuito de controlar e inibir infrações de limites de velocidade no trânsito. Está dentro do escopo do projeto identificar, de forma única, 100% dos veículos presentes na simulação, gerar um relatório apresentando velocidade média, tempo de travessia e se ultrapassou ou não o limite, porém fazendo um único relatório por vez. Toda situação do projeto será simulada em uma maquete em escala reduzida.

O trabalho não abrange a criação de um banco de dados que contenha todos os veículos que transitaram na via. Também não faz parte do escopo do trabalho fotografar o veículo infrator. Algumas exceções como, por exemplo, engarrafamentos e saídas da via não serão tratados nesse protótipo.

### **1.6 – Resultados Esperados**

O projeto final tem como principais resultados o controle da velocidade da via, através da inibição, devido à multa por excesso de velocidade. Dessa forma, o protótipo final desenvolvido visa atuar como uma importante ferramenta para o controle da velocidade em que um veículo trafega pela via. A seguir são destacados alguns resultados esperados:

- Possibilidade de identificar veículos que estão trafegando a uma velocidade acima da permitida;
- Alterar facilmente a velocidade limite de uma via no programa adequando assim o sistema à mudanças de velocidade da via;
- Disponibilizar o tempo que o veículo utilizou para atravessar o trecho monitorado.

## **1.7 – Estrutura do Trabalho**

Além deste capítulo introdutório, a monografia está estruturada em mais cinco capítulos e organizada da seguinte forma:

- Capítulo 2 – Apresentação do Problema: Nesse capítulo é apresentada uma descrição do problema que o projeto tenta solucionar. Primeiramente serão demonstrados alguns dados atuais e como o problema vem sendo tratado. Em seguida são mostrados os benefícios da solução apresentada.
- Capítulo 3 – Bases Metodológicas para a Resolução do Problema: Aqui é apresentado na monografia todo o referencial teórico e tecnológico que embasa o projeto. Além de aplicar conteúdos vistos nas disciplinas para a resolução do problema proposto.
- Capítulo 4 – Modelo Proposto: Esse capítulo detalha todas as etapas e passos necessários para a resolução do problema apresentado no capítulo 2.
- Capítulo 5 – Aplicação do Modelo Proposto – É apresentado nesse capítulo uma aplicação prática, envolvendo um caso real de aplicação, mostrando a viabilidade da proposta de resolução sugerida. Aqui são demonstrados os testes, a simulação e a avaliação do projeto.
- Capítulo 6 – Conclusão – Aqui é o final da monografia, permitindo uma análise completa de todo o desenvolvimento do projeto e da monografia. Em seguida são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA**

### **2.1 – O Problema**

No Brasil existe um índice de mortes no trânsito três vezes maior do que o considerado aceitável pela OMS (Organização Mundial de Saúde) (Portal do Trânsito, 2011). Há um consenso entre especialistas em trânsito que aponta como uma das principais causas de acidentes de trânsito o excesso de velocidade. Especialistas apontam como um dos principais obstáculos para tornar o trânsito no Brasil menos violento como sendo a fiscalização ineficaz. O documento Década de Ação Para Segurança No Trânsito 2011 – 2020 – Proposta do Brasil Para Redução de Acidente e Segurança Viária da Organização das Nações Unidas que visa desenvolver ações para a redução de 50% de mortes em trânsito em 10 anos tem como pilar estratégico para o alcance dessa meta a fiscalização.

A velocidade incide diretamente sobre a frequência e a gravidade dos acidentes de trânsito. É fato comprovado que qualquer aumento na velocidade permitida aumenta também os parâmetros gravidade e frequência. Da velocidade depende o tempo de reação para uma situação inesperada e também a violência do choque.

A velocidade pode ser fator determinante para que um acidente ocorra: Sabe-se que o tempo de reação humana varia entre 0,4 segundos e 0,8 segundos, isso quer dizer o tempo entre visualizar um perigo e tomar uma atitude pode variar entre esses números. Um carro a 80 Km/h percorre somente durante o tempo de reação de 0,6 segundos, 13,3 metros, já a 120Km/h percorre-se durante o mesmo tempo de reação 7 metros a mais que pode ser a diferença entre uma colisão e uma parada segura. Somando a isso temos o fato de que quanto maior a velocidade do carro maior a sua frenagem que é a distância que ele percorre do acionamento do freio até sua total parada. Novamente com o exemplo de um carro leve a 80Km/h com uma desaceleração de 3 m/s teremos uma distância de aproximadamente 81,86 metros, o mesmo carro com a mesma desaceleração a 120km/h percorreria mais de 184 metros para parar completamente. Essa diferença pode ser vida ou morte para os envolvidos no acidente.

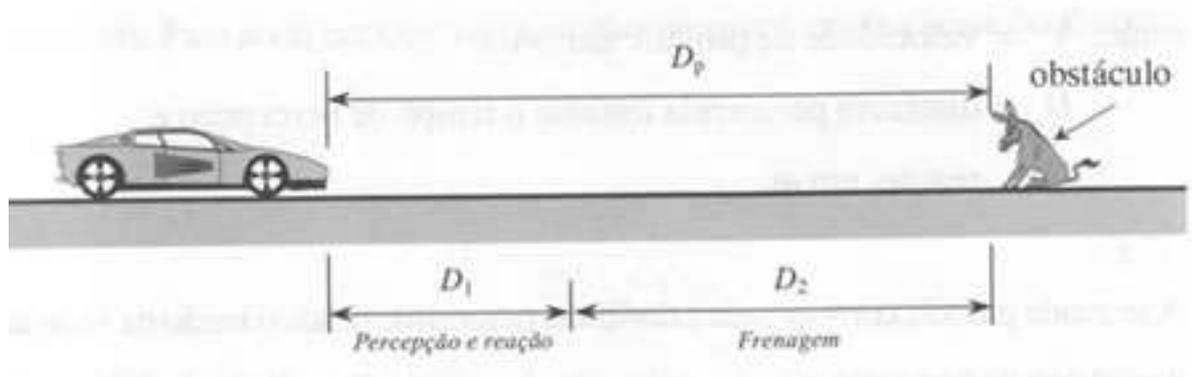


Figura 2.1 – Distância de parada (Macedo,2001)

Manter a velocidade regulamentada na curta área de alcance do radar da fiscalização e depois aumentar a velocidade é uma prática comum de muitos motoristas infratores.

A certeza de que o radar de velocidade só afere a velocidade do veículo em um exato ponto conhecido é uma fragilidade do sistema de fiscalização eletrônica de velocidade utilizada hoje. Sendo assim, facilmente o sistema é ludibriado e o condutor mal intencionado pode trafegar em alta velocidade sem tomar multas.

Segundo o site da Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito existem três categorias de fatores que causam acidentes no trânsito que são: fatores humanos, fatores ligados à infraestrutura e ao meio ambiente e fatores ligados ao veículo.

Entre os fatores humanos está o excesso de velocidade, isso mostra a importância de respeitar a velocidade permitida de uma via.

De acordo com o Regulamento do Código Nacional de Trânsito aonde não há placa de sinalização que indique a velocidade permitida, deve-se seguir o seguinte critério:

Tabela 2.1 Velocidade Máxima no CTB (Código Brasileiro de Trânsito)

Vias Urbanas		Vias Rurais	
Vias de Trânsito Rápido	80Km/H	Automóveis, camionetes e motocicletas nas Rodovias	110Km/H
Vias Arteriais	60Km/H	Ônibus e microônibus nas Rodovias	90Km/H
Vias Coletoras	40Km/H	Demais veículos nas Rodovias	80Km/H
		Nas Estradas	60Km/H

Acontece que freqüentemente essa velocidade é desrespeitada. Com isso a velocidade praticada nas vias e rodovias não é condizente com o que está escrito na legislação. Tornando assim as vias menos seguras para todos os seus usuários.

Pensando nisso o DNIT criou o PNVC – Programa Nacional de Controle Eletrônico de Velocidade, que visa tornar as rodovias cada vez mais seguras através da instalação de radares fixos e lombadas eletrônicas para manter os motoristas na velocidade segura da via.

## 2.2 Soluções Existentes

Hoje existem dois equipamentos utilizados para fazer a aferição de velocidade dos carros que transitam em uma via. Existe o chamado radar fixo e o chamado radar móvel.

O radar fixo utilizado hoje funciona com três sensores eletromagnéticos, por faixa de trânsito, colocados na pista, uma câmera por faixa de trânsito e um equipamento medidor. Ele usa seus três sensores para calcular a velocidade de um veículo e fazer uma confirmação. Os sensores criam um campo magnético que é cortado pelo carro ao atravessá-lo. Usando o tempo de atravessar o sensor 1 e o sensor 2 e o tempo para atravessar o sensor 2 e o sensor 3 ele calcula a primeira velocidade e a confirma.

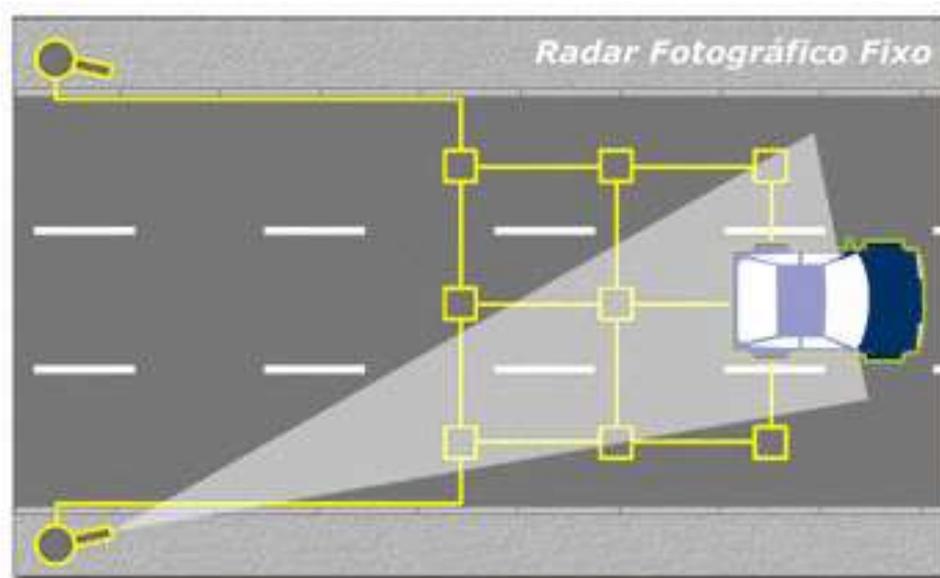


Figura 2.2 - Radar Fixo (URBES Trânsito e Transporte,2011)

Outra solução utilizada para medir a velocidade dos veículos na via é o radar móvel. Este equipamento funciona emitindo sinais de rádio para os automóveis. O tempo entre uma emissão de sinal e outra é constante enquanto o reflexo desse sinal não. A diferença entre um reflexo e outro é chamado efeito Doppler, que é a alteração da frequência sonora percebida pelo observador em virtude do movimento relativo de aproximação ou afastamento entre a fonte e o ouvidor. Com isso o equipamento afere a velocidade do objeto para o qual aponta esse sinal.

### **2.3- Benefícios da Solução Apresentada**

A tecnologia RFID empregada para fazer o monitoramento das vias é uma alternativa muito interessante. Tendo em vista que as soluções hoje utilizadas visam identificar a velocidade do veículo apenas em um determinado e pequeno trecho, o uso do RFID nesse monitoramento trará uma eficiência maior, pois vai averiguar a velocidade em trechos muito maiores. A certeza do motorista em saber exatamente qual o trecho da pista que ele está sendo fiscalizado traz a facilidade para ludibriar o sistema.

Sendo assim o uso do sistema RFID para o monitoramento de vias vai educar mais o motorista, pois este não poderá aumentar a velocidade em momento algum, pois tem certeza que será multado.

Um ótimo exemplo de uso para esta solução seria o monitoramento da Ponte JK em Brasília. Esta ponte liga as regiões administrativas da Asa Sul à do Lago Sul. A velocidade permitida na via é de 60 Km/H. Existe hoje um radar fixo na entrada da ponte e outro na saída, assim o motorista infrator diminui a velocidade ao entrar na ponte, desenvolve livremente uma alta velocidade no meio da ponte e no final da ponte volta a reduzir a velocidade, ludibriando assim o sistema. Com RFID o motorista será obrigado a percorrer toda a extensão da ponte, que é de 1,2Km, na velocidade de 60 Km/H.

Sabendo a extensão total da citada ponte, 1200 metros, e a velocidade permitida de 60km/h o tempo para atravessá-la não poderia ser menor que 72,28 segundos. Assim todo carro que foi identificado na entrada da ponte e na saída dele e levou menos que 72,28 segundos para ser identificado na entrada e saída seria um veículo infrator.

No que diz respeito à segurança no trânsito podemos dizer que efetivamente teremos uma maior segurança nas vias uma vez que o trecho de fiscalização é maior e, por consequência, a segurança é maior.



## **CAPÍTULO 3 – BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA**

Neste capítulo é apresentado um referencial teórico e tecnológico que o projeto utiliza. Será apresentado todo o aparato de softwares, componentes de hardware, metodologias e as ferramentas utilizadas, além de justificar a escolha de cada item.

### **3.1 – Identificação por Rádio Frequência**

#### **3.1.1 – Introdução**

Nos últimos anos procedimentos de identificação automática se tornaram muito populares. Hoje a tecnologia RFID se encontra presente em diversas aplicações utilizadas em nosso cotidiano. Aplicações comerciais como, no controle de estoque e segurança de mercadorias, exemplo encontrado em supermercados tendo como pioneiro o WallMart em 2003, aplicações de automação no controle de entradas e saídas de pessoas em prédios, entre outros.

#### **3.1.2 – Histórico**

A história do RFID tem seu começo no uso de radares para Segunda Guerra Mundial. Radares eletromagnéticos reconhecem um objeto a longa distância, porém não identificam, de forma única, qual seria esse objeto. Na Segunda Guerra Mundial os Alemães descobriram que se girassem seus aviões em seu próprio eixo ao retornarem para a base iriam gerar um reflexo alterado para o radar, assim seriam identificados como aeronaves amigas.

Logo após os ingleses desenvolveram um projeto secreto em que foi feito o primeiro identificador ativo de amigo ou inimigo (IFF – IdentifyFriendorFoe) que então colocava um transmissor em cada avião.

Logo a tecnologia RFID tem suas raízes nos sistemas de radares amplamente utilizados na Segunda Guerra Mundial pelos alemães, japoneses, americanos e ingleses.

Avanços com a tecnologia RFID continuaram após a segunda guerra mundial. Empresas foram criando soluções antifurtos com o uso de RFID. Assim a tecnologia RFID despertou o interesse de grandes companhias.

Na década de 70 grandes corporações construíram seu próprio módulo RFID. Em 1978 Thomas Meyers e Ashley Leigh desenvolveram um transponder passivo. Na década de 80 a tecnologia RFID teve aplicações mais comuns como Identificação pessoal nos EUA e rastreamento de animais na Europa. Na década de 90 os engenheiros da IBM desenvolveram e patentearam um sistema RFID em UHF. O UHF ofereceu maior alcance de leitura e troca de dados mais rápidas. Assim em 1992 foi usado pela Harris Country TollRoadsAuthority para cobrança de pedágio em Houston. Após isso as pesquisas neste campo tem se direcionado para fazer Tags cada vez mais baratas.

O RFID, atualmente, é amplamente utilizado pelas empresas e pessoas de todo o mundo para ajudar a reduzir o desperdício, limitar roubos, gerir inventários, simplificar a logística e até aumentar a produtividade. Um exemplo de solução que emprega a tecnologia RFID é a empresa Mitsubishi que a utiliza no controle de produção, gerando relatórios para a área gerencial e para o controle de estoque

### 3.1.3 - Funcionamento do RFID

O funcionamento de uma identificação por RFID é relativamente simples como ilustrado na figura 3.2. Sistemas RFID consistem em: etiqueta eletrônica (Tag), leitor RFID e um sistema com o qual o leitor se comunica executando um software que fica entre o leitor e as aplicações, chamado de middleware.

“O leitor consulta a tag, obtém informações e toma uma ação com base no que foi informado. Isso pode ser exibir um número em um dispositivo, ou passar informações em um sistema específico, um inventário de banco de dados, ou retransmiti-lo para um sistema que está a milhares de quilômetros de distância.” (Syngress, 2006)

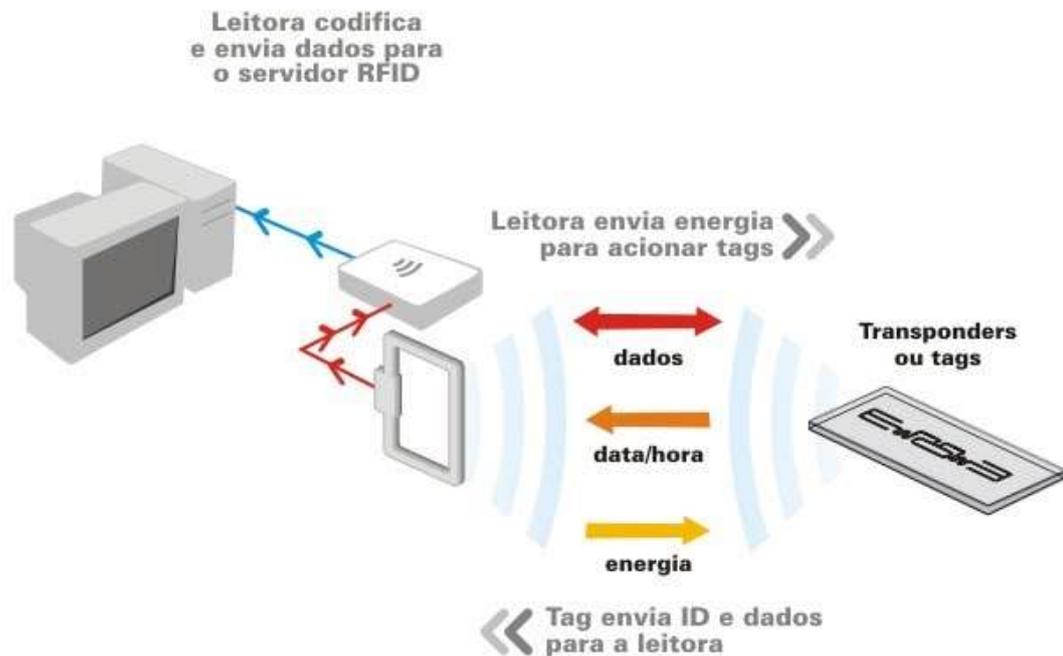


Figura 3.2 – Esquema básico de sistemas RFID (RREtiquetas,2011).

O leitor fica enviando sinais de rádio através da sua antena, assim como um radar. Assim que uma etiqueta entra na área de leitura os sinais de rádio são captados pela etiqueta, e ela, por sua vez, envia os dados que tem armazenados. Estes dados podem ser desde uma simples identificação (ID) até uma quantidade razoável de informações a respeito dela.

“Leitores RFID operam pela emissão de um campo eletromagnético e são utilizados para reconhecer a presença de etiquetas RFID. Uma antena em uma etiqueta próxima capta esta energia e a etiqueta então a converte em energia elétrica através de indução. Esta energia é suficiente para energizar o chip semicondutor, anexado à antena da etiqueta, que armazena os dados da Tag. A Etiqueta então envia a identidade de volta para o leitor” (Hunt, Puglia&Puglia, 2007).

Esses elementos (leitor e etiqueta) são integrados a um computador que interpreta tudo que o leitor envia para ele e se comunica com outros sistemas, esses são os chamados middlewares.

### 3.1.4 – Componentes do RFID

#### 3.1.4.1 – Etiquetas RFID

A função básica de uma etiqueta RFID é armazenar dados e transmiti-los quando requisitados pelo leitor. Ele é o elemento principal da tecnologia RFID e por tanto o alvo principal de pesquisas e desenvolvimentos. Uma etiqueta RFID é composta basicamente de uma antena, um chip eletrônico e um substrato, que pode dar qualquer forma como é possível ver na ilustração da Figura 3.3, e em alguns casos uma fonte de energia.

“As etiquetas RFID podem vir de várias formas e não precisam se assemelhar a uma etiqueta real. Isso porque o chip e a montagem da antena em um tag RFID têm sido feito de um tamanho tão pequeno que agora eles podem ser incorporados em quase qualquer forma.”(Hunt, Puglia&Puglia, 2007)

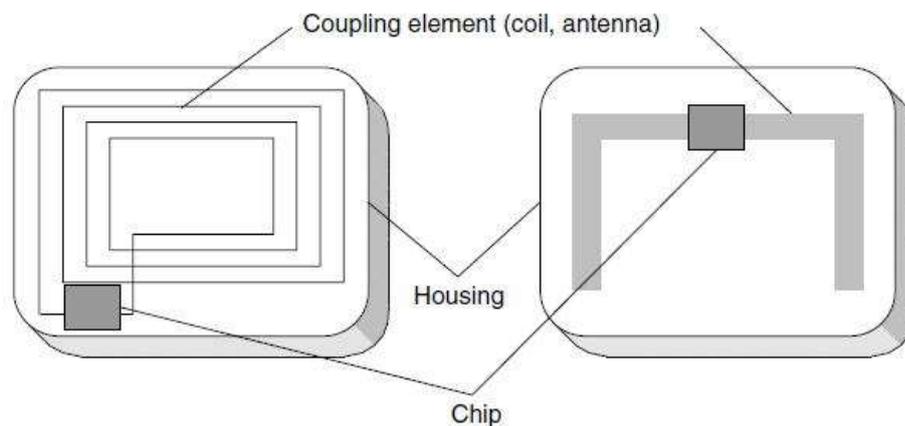


Figura 3.3 – Tipos de etiquetas RFID (RFIDBR, 2011)

A antena de uma etiqueta serve para receber e transmitir as ondas de rádio frequência permitindo então a comunicação. O tamanho da antena de um tag determina o tamanho da etiqueta, pois é o maior componente dela.

O microchip é o coração da etiqueta. Ele tem um único propósito de transmitir a identidade única da etiqueta.

Substrato é o material que envolve a antena e o microchip da etiqueta. Pode ser rígido ou flexível, dependendo do seu uso, resistente às mais diversas situações.



Figuras 3.5 – Componentes da Etiqueta (Hunt, Puglia&Puglia, 2007).

“Várias etiquetas oferecem um ou mais dos seguintes recursos e capacidades apresentadas abaixo:” (Glover e Bhatt, 2007)

1. Matar/desabilitar: Algumas permitem que um leitor as comande para pararem de funcionar permanentemente, ou seja, receber o “código de morte”.
2. Gravar uma vez: Etiquetas podem ser fabricadas com seus dados já gravados permanentemente na fábrica, como também um usuário final pode configurar um determinado valor para gravar uma única vez na etiqueta.
3. Regravação: Podemos regravar dados várias vezes em uma etiqueta, ou seja, a etiqueta permite apagar e escrever informações.
4. Anticolisão: Com esta capacidade sabem aguardar sua vez de se comunicar com o leitor, isso ocorre quando várias etiquetas estão próximas.

5. Segurança e criptografia: Etiquetas com essas características podem participar de comunicações criptografadas e algumas responderão apenas a leitores que puderem fornecer uma senha secreta.
6. Compatibilidade com padrões: Uma etiqueta pode ser compatível com um ou mais padrões, permitindo que se comunique com diversos leitores.

Uma forma de se categorizar etiquetas ou tags RFID é pela sua fonte de energia. Este também é um dos principais fatores determinantes para o custo e uso do dispositivo. Hoje existem três categorias de identificadores, quanto sua fonte de energia:

- Etiquetas ativas – são alimentadas por uma bateria interna.
- Etiquetas passivas – operam sem bateria e são alimentadas pelo próprio leitor.
- Etiquetas semi-passivas – usam baterias para algumas funções, mas permitem que o leitor forneça energia para a transmissão.

Etiquetas RFID são ditas ativas quando possuem dentro do seu corpo envolto em seu substrato uma fonte de energia. Quando a tag precisa transmitir algo para o receptor essa fonte de energia é utilizada. Devido a isso, essas etiquetas podem transmitir dados por distâncias maiores.

Tags Passivas são aquelas que não possuem uma fonte própria de energia, tipicamente pequenas e de menor alcance que as etiquetas ativas, necessitam de um leitor mais potente e tem menor capacidade de armazenamento. Esta etiqueta é energizada pelas ondas enviadas pelo leitor.

Etiquetas semi-passivas são aquelas que usam uma bateria não para alimentar e enviar o sinal de rádio, mas sim para suprir algum componente eletrônico acoplado a ela, como por exemplo, um medidor de temperatura usado em mercadorias de um frigorífico.

Estas etiquetas podem ainda ser do tipo Apenas leitura ou Leitura e Escrita. As tag de Apenas Leitura são similares a código de barras, só podem ser programados uma única vez não podendo ser alteradas posteriormente.

As etiquetas de leitura e escrita são as ditas “SmartTags”, são muito mais flexíveis que as de apenas leitura. Podem guardar grandes quantidades de informação e ter a sua memória facilmente alterada, escrita e apagada milhares de vezes.

### 3.1.4.2 – Leitor RFID

O leitor RFID funciona como uma ligação entre a Etiqueta RFID e suas informações e o Middleware. Todos os leitores possuem funções básicas de: leitura de Tag e retransmitir as informações para um controlador. Existem também algumas funções específicas para tags passivas e smarttags, são elas: energizar as etiquetas, para etiquetas passivas e escrever nas etiquetas RFID, em caso de smarttags.

Tendo em vista que o leitor irá se comunicar com a etiqueta através de sinais de rádio, fica evidente a necessidade de ao menos uma antena. O leitor irá também se comunicar com um dispositivo através de alguma interface de rede. São exemplos de interfaces de rede: a Universal Asynchronous Receiver/Transmitters (UARTs) serial para comunicações RS 232 ou RS 485 e o conector RJ45 para 10BaseT ou cabos 100BaseT Ethernet, USB, há leitores que possuem até mesmo Bluetooth ou comunicação Ethernet sem fio. A Figura 3.6 ilustra um leitor RFID.

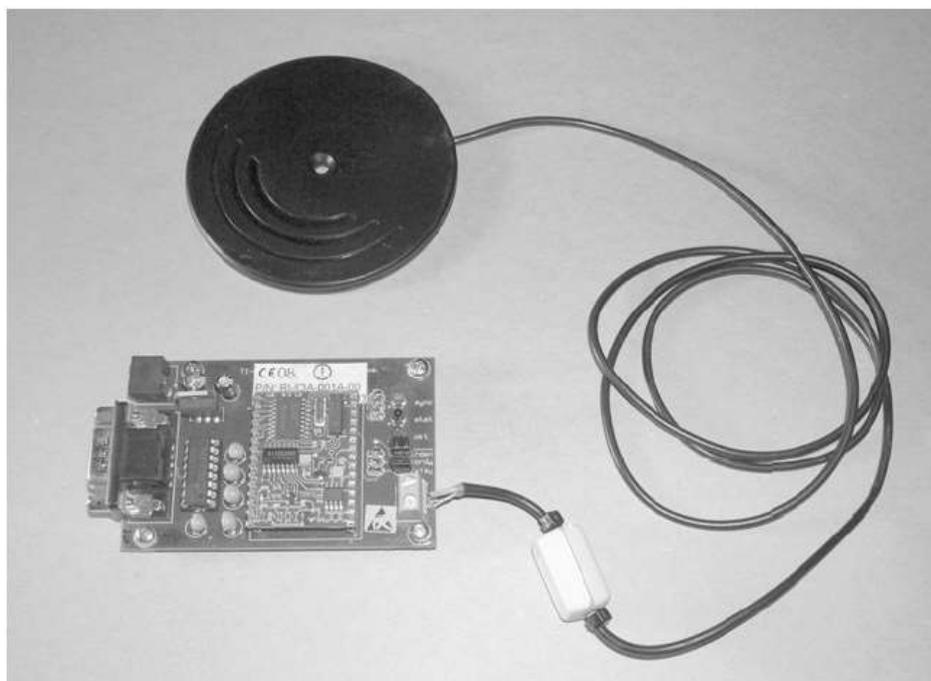


Figura 3.6 – Leitor RFID (RFID Security, 2006)

Essencialmente, os leitores são pequenos computadores que são compostos por uma antena e um microprocessador. Leitoras RFID efetuam a leitura de uma etiqueta sem

interferência de papel, cimento, plástico, madeira, vidro entre outros. O leitor emite as ondas de rádio omnidirecional, dependendo da antena e da frequência utilizadas, o alcance pode ir de alguns centímetros, até dezenas de metros.

Além das funções básicas de envio e recebimento de sinais, energização, leitura e escrita, alguns leitores RFID possuem mais três funções extras que são usadas em aplicações mais seguras, são elas: implementação de medidas anti-colisão, autenticação de tags e criptografia de dados.

“Nas medidas de anticolisão são implementados algoritmos para permitir que o leitor se comunique com várias etiquetas RFID ao mesmo tempo sem problemas de colisão de dados. Existem três tipos de técnicas de anti-colisão utilizadas: espaciais, de frequência e de domínio de tempo. As três são utilizadas para estabelecer uma hierarquia de comunicação a fim de evitar que a colisão ocorra, ou pelo menos fazer com que a ocorrência seja estatisticamente improvável.” (Hunt, Puglia & Puglia, 2007).

Em sistemas de alta segurança, como pontos de vendas em que o dinheiro é trocado e contas são debitadas, nestes sistemas uma Tag RFID fornece um código chave para o leitor, este então verifica se essa Tag tem permissão para acessar o sistema.

A encriptação é fundamental para combater a espionagem industrial e a sabotagem industrial. Assim a criptografia serve para proteger a integridade dos dados transmitidos sem fio e para evitar interceptação por um terceiro.

### 3.1.5 – Frequências de operação

Assim como a televisão o RFID pode usar diferentes frequências de transmissão. Pode-se usar UHF ou VHF. A frequência de um sinal é a grandeza que define quantas repetições de envio de sinal serão feitas em um segundo.

Geralmente o espectro eletromagnético na extensão na qual o RFID opera é dividido em frequência baixa, alta, ultra-alta a micro-ondas, como mostra a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Faixas de Frequência RFID

<b>Nome</b>	<b>Faixa de Frequência</b>	<b>Frequência ISM</b>
LF (Frequência Baixa)	30-300 kHz	< 135 kHz
HF (Frequência Alta)	3-30 MHz	6,78 MHz, 13,56 MHz, 27,125 MHz, 40,680 MHz
UHF (Frequência Ultra-Alta)	300 MHz - 3 GHz	433,920 MHz, 869 MHz, 915 MHz
Micro-ondas	> 3 GHz	2,45 GHz, 5,8 GHz, 24,125 GHz

Fonte: Glover 2009

A tabela a seguir relaciona as frequências de onda com a distância de leitura e apresenta o tipo de etiqueta que é usualmente utilizado.

Tabela 3.2 – Frequências, distância e tipo de etiqueta.

<b>Frequência</b>	<b>Faixa de Leitura</b>	<b>Tipo de Etiqueta</b>
LF	60 cm	Passiva
HF	1,5 - 3 metros	Passiva
UHF	3 - 9 metros	Ativa
Micro-ondas	> 9 metros	Ativa

Fonte: Glover 2009

Em altas frequências a distância de leitura aumenta. Tipicamente são utilizadas etiquetas passivas para operar nas faixas de baixa e alta frequência e etiquetas ativas para operar nas faixas de ultra-alfrequência e micro-ondas.

### 3.1.6 – Por que utilizar o RFID?

O RFID é muito comparado com o código de barras, este provavelmente é a forma de identificação por computador mais conhecida e utilizada atualmente. Porém o RFID se mostra muito superior ao código de barras e cada dia mais se consolida como o substituto deste. O código de barras apresenta diversas limitações em comparação com o RFID, entre estas limitações podemos citar: tamanho de memória de armazenamento, modificação do dado armazenado, necessidade de linha de visão para a comunicação, alcance de leitura, segurança.

Leitores RFID fornecem a possibilidade de identificar um item a uma distância maior que o código de barras, de uma forma mais segura, sem necessidade de uma linha de visão direta com o item a ser identificado, com uma possibilidade de escrita, entre outras vantagens.

Por isso de acordo com as necessidades do projeto, em que um carro pode não ter linha de visão direta com o leitor, ou uma distância grande para o leitor o RFID se mostra a solução mais indicada para o caso.

## 3.2 – Linguagem de Programação – JAVA

### 3.2.1 – Introdução

A história do Java começa quando James Gosling e outros desenvolvedores da Sun estavam trabalhando em um projeto de TV interativa em dispositivos heterogêneos. Neste projeto Gosling ficou frustrado com a linguagem de programação até então usada, C++, uma linguagem orientada a objetos criada 10 anos antes como uma extensão da linguagem C. Devido à necessidade Gosling refugiou-se em seu escritório e criou uma nova linguagem, adequada ao seu projeto. Assim a nova linguagem foi chamada de *Oak*. Posteriormente descobriu-se que já havia uma linguagem de computador com o nome de *Oak*, então uma equipe da *Sun* sugeriu o nome *Java* em alusão ao café vindo da ilha de Java que eles tomavam.

O projeto de TV interativa falhou, por outro lado a World Wide Web estava em franca expansão e a equipe da Sun viu o potencial de utilizar o JAVA na interatividade de páginas Web e sua característica de ser portátil, ou seja, funciona independente da plataforma. Assim

o Java permitiu adicionar conteúdos dinâmicos, como interatividade e animações às páginas da Web.

No segundo semestre de 1995 a *Sun* lançou o *Java* em um kit de desenvolvimento gratuito, este kit podia ser baixado do site da *Sun*. Com a funcionalidade de primeira programação interativa para internet atraiu centenas de milhares de desenvolvedores nos 6 primeiros meses. O *Java* é hoje utilizado para desenvolver aplicativos corporativos de grande porte, aprimorar a funcionalidade de servidores *Web*, fornecer aplicativos para dispositivos voltados para o consumo popular e para muitos outros propósitos.

### 3.2.2 – Conceitos sobre *Java*

#### 3.2.2.1 – Programação Orientada a Objetos

Programação Orientada a Objetos é a técnica para montagem de programas de computador que se assemelha ao mundo real. “Objeto é um elemento autocontido em um programa de computador, que representa um grupo relacionado de recursos e está projetado para realizar tarefas específicas.” (Lemay&Cadenhead, 2005).

Com esse estilo de desenvolvimento é possível criar programas mais reutilizáveis, confiáveis e inteligíveis. Na programação orientada a objetos um programa de computador é conceituado como um grupo de objetos que trabalham juntos para realizar uma tarefa.

#### 3.2.2.2 –Classes

As classes detêm todas as diversas virtudes de um determinado objeto. “Uma classe é um exemplo usado para criar um objeto. Cada objeto criado a partir da mesma classe terá características semelhantes ou, até mesmo, idênticas.”(Lemay&Cadenhead, 2005).

Os programadores podem então construir cada parte que precisam para formar um programa *Java*, ou podem aproveitar as coleções de classes já existentes em JAVA.

### 3.2.2.3 – Portabilidade

Os programas Java, tem como umas das suas principais características a possibilidade de serem feitos em uma plataforma e rodarem em outra. Isso acontece devido ao uso de uma maquina virtual. A maquina virtual Java se encarrega de executar os aplicativos JAVA.

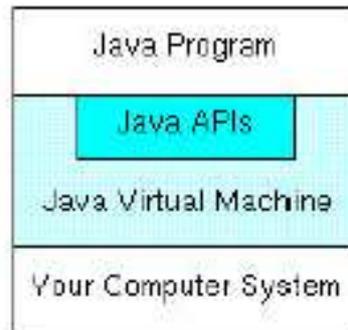


Figura 3.7 - Java Virtual Machine (Deitel, 2010)

### 3.2.3 – Porque Utilizar o JAVA

A tecnologia JAVA está em todo lugar. Essa linguagem possui uma grande versatilidade, eficiência e portabilidade de plataforma e segurança. Com todas essas virtudes o JAVA é hoje utilizado em mais de 4,5 bilhões de dispositivos. Existem hoje mais de 6,5 milhões de profissionais desenvolvedores JAVA. A tecnologia JAVA permite criar um aplicativo potente e eficaz para produtos de consumo de baixo custo. Por isso a tecnologia JAVA é a mais indicada para este projeto.

## **CAPÍTULO 4 – SISTEMA PROPOSTO**

Neste capítulo é apresentado o protótipo que visa solucionar o problema exposto no Capítulo 2. Veremos de forma detalhada como o sistema vai funcionar, quais equipamentos serão utilizados, como será implementada a programação do sistema e como será a interação entre o sistema e o mundo a sua volta.

### **4.1 – Apresentação Geral do Sistema Proposto**

O protótipo apresentado pelo projeto é um sistema capaz de identificar qualquer veículo que esteja dentro do trecho fiscalizado. O modelo final apresentado será um protótipo, com fins apenas acadêmicos, mas que poderá servir de base para projetos comerciais futuros.

Para realizar a medição de velocidade de carros na via será feita, primeiramente, a identificação dos veículos utilizando a tecnologia RFID. Serão usados leitores e etiquetas RFID disponíveis no mercado e linguagem de programação JAVA. O projeto busca fazer uma ferramenta de software que, integrada a tecnologia RFID, meça a velocidade de um automóvel que passe em determinado trecho da via e indique se houve ou não abuso de velocidade.

Para compor o sistema controle de velocidade inicialmente, foram escolhidas quais as informações que devem ser adquiridas, em cada etiqueta RFID que será fixada no veículo, para que fosse possível identificar todos os veículos utilizados no protótipo e determinar se ultrapassaram a velocidade permitida. Assim foram definidas que as seguintes informações seriam utilizadas:

- O número da etiqueta RFID anexa ao veículo;
- A data e a hora que o veículo passou diante do primeiro leitor;
- Data e hora que o veículo passou pelo segundo leitor;
- O tempo de travessia em milissegundos.

Devido à finalidade do protótipo, que é apenas acadêmico e limitações orçamentárias o que é transmitido entre a etiqueta RFID e o leitor é apenas o número RFID de cada carro.

Não houve, neste protótipo, a preocupação com criptografia dos dados na transmissão, algo que, em um uso real, deve ser tratado.

#### **4.2 – Descrição das Etapas do Sistema**

O projeto foi dividido em cinco partes. A primeira se resume em identificar o problema e as soluções existentes para este problema e, em seqüência, apresentar uma proposta de projeto para então iniciar o estudo bibliográfico. A segunda parte se inicia com o desenvolvimento da monografia e a identificação das ferramentas e tecnologias necessárias para a montagem do protótipo. Na terceira parte, o desenvolvimento do projeto continua e os primeiros testes são realizados, testes estes que serão mostrados ainda neste capítulo, e finaliza com a montagem de uma maquete para demonstração. A quarta parte foi a conclusão do desenvolvimento da monografia, sua revisão final e testes finais no protótipo. Por último, na quinta etapa será mostrada a maquete e o sistema em funcionamento para a banca examinadora.

#### **4.3 – Descrição da Implementação**

Os componentes RFID usados, tanto o leitor quanto a etiqueta que irá identificar o veículo, são controlados e monitorados por um sistema desenvolvido em linguagem *JAVA*, utilizando o ambiente de desenvolvimento *NetBeans IDE 7.0.1*.

Na elaboração do protótipo apresentado verificamos as tecnologias, a seguir descritas em cada componente:

#### 4.3.1 – Hardware utilizado

##### 4.3.1.1 – Os leitores RFID

Com o grande desenvolvimento da tecnologia RFID nos últimos tempos a gama de marcas e modelos deste equipamento fabricado hoje é bem grande. A escolha do equipamento certo é um ponto importante para o projeto. Tomando por base outros projetos similares foi escolhido o leitor canadense da marca *Phidget*.

O grande atrativo deste leitor é seu baixo custo e sua simplicidade de implementação. Outra vantagem deste leitor é a interface de comunicação dele com o computador pela porta *USB – Universal Serial Bus*.

Entre as principais virtudes desse leitor está sua ampla variedade de interfaces para programação de aplicações (*Application Programming Interfaces - API*) disponibilizadas pelo fabricante em seu sitio na internet. Entre as várias linguagens disponíveis o *Java* foi escolhido para o desenvolvimento do projeto. A figura 4.1 ilustra o leitor *Phidget*.



Figura 4.1 – Leitor *Phidget* RFID (*Phidget*, 2011)

As especificações de leitor mostradas a seguir, na Tabela 4.1, mostram que realmente o leitor tem algumas limitações que definem aonde ele pode ser utilizado. A pouca potência e

a baixa frequência emitida pelo dispositivo em seu sinal de saída reduz o seu alcance de leitura das etiquetas.

Tabela 4.1 – Características do Leitor RFID

<i>Antenna Output Power (max, far field)</i>	<i>&lt; 10 <math>\mu</math>W</i>
<i>Antenna Resonant Frequency</i>	<i>125kHz - 140kHz</i>
<i>Communication Protocol</i>	<i>EM4102</i>
<i>Read Update Rate</i>	<i>30 updates / second</i>
<i>Typical Read Distance - Credit Card Tag</i>	<i>11cm (4.3")</i>
<i>Typical Read Distance - Disk Tag</i>	<i>6cm (2.3")</i>
<i>Typical Read Distance - Key Fob Tag</i>	<i>7cm (2.7")</i>

Fonte: *Phidget*, 2011

Para a efetiva comunicação entre um leitor RFID e uma etiqueta RFID ambos devem se comunicar através do mesmo protocolo. O protocolo de comunicação nada mais é do que um conjunto de regras preestabelecidas que definem a forma que será feita esta comunicação. O leitor e as etiquetas *RFID* da fabricante *Phidget* utilizam, segundo informações do próprio fabricante o protocolo *EM4102*. Assim qualquer etiqueta *RFID* que utilize o mesmo protocolo pode ser lida e identificada por este leitor da fabricante *Phidget*.

Como função principal do leitor *Phidget*, podemos destacar que tal leitor lê etiquetas *RFID* que passam no máximo a 7 cm do leitor, assimila etiquetas que utilizem o protocolo *EM4102*, retorna o *ID* único que cada etiqueta possui, provê duas saídas digitais para controlar *LEDs*, relays, contém um *LED* e conecta-se diretamente a USB do computador.

Outra característica do leitor utilizado é a incapacidade de identificar múltiplas etiquetas RFID em um mesmo instante na área de leitura. Sendo assim, o leitor não consegue ler mais de uma etiqueta ao mesmo tempo, com isso deve-se limitar ao uso de apenas uma etiqueta por vez na simulação. Este leitor também não identifica Tags que passam em seu campo em uma velocidade muito alta, ou seja, não reconhece uma etiqueta se ela passar por seu campo em um curtíssimo intervalo de tempo. Tendo por base que se trata de um projeto acadêmico e de baixo custo, estas limitações tanto de distância de leitura quanto de

impossibilidade de múltiplas leituras e de velocidade de leitura são considerados limites para a demonstração do protótipo.

O protocolo EM4102 se define em um circuito integrado para uso em eletrônicos que utilizam a identificação por radiofrequência. O circuito é acionado por uma bobina que gera um campo eletromagnético e seu clock é o mesmo de terminais externos.

#### 4.3.1.2 – Teste do Leitor RFID

Segundo o manual disponibilizado no site do fabricante do leitor RFID *Phidget* deve-se fazer download e instalação de um software de teste do leitor. O *Phidget21 Installer*, aplicativo com pouco mais de 11Mb de tamanho, faz a instalação de uma biblioteca no sistema operacional que controla a comunicação entre o leitor e o sistema, no caso Windows 7. Após essa instalação é possível fazer um teste de leitura e comunicação, plugando o leitor na porta USB do computador e executando o software como ilustra a figura 4.2.



Figura 4.2 - Leitor RFID plugado no computador

Fonte: Autor

Como ilustrado na figura 4.3 , através do painel de controle do sistema, vemos que o leitor foi corretamente instalado no sistema operacional.

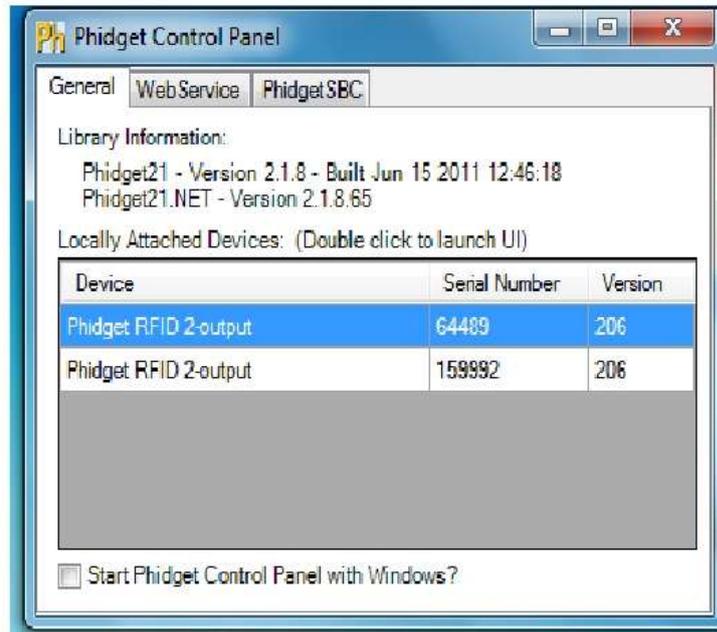


Figura 4.3 - Painel de Controle do RFID Phidget

Fonte: Autor

Após a inicialização do leitor no sistema operacional, foi testado a sua leitura de etiquetas usando como exemplo a etiqueta RFID 19007b1550 como mostrado na figura 4.4.

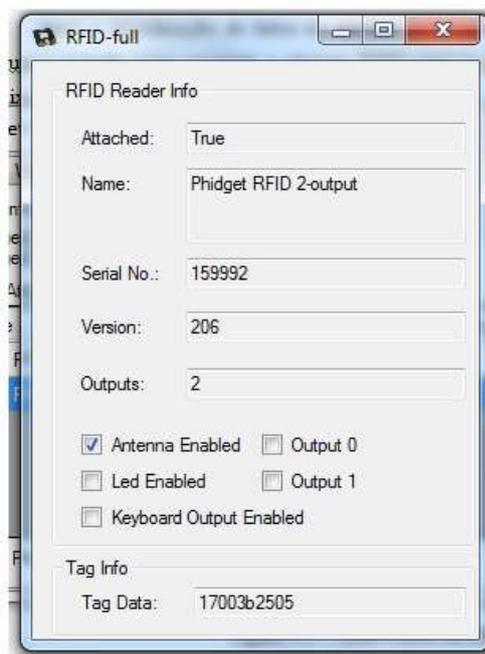


Figura 4.4 – Teste Leitor RFID

Fonte: Autor

#### 4.3.1.3 – Etiquetas RFID

Todas as etiquetas RFID usadas no desenvolvimento do projeto também são da marca Phidget. Estas etiquetas utilizadas são etiquetas do tipo passivas. Tais etiquetas não possuem fonte de alimentação energética interna, elas são alimentadas pelo campo magnético gerado pelo próprio leitor RFID.

Essas etiquetas também não permitem gravação de dados nela. Todas as informações contidas nelas já são gravadas de fábrica e não podem ser modificadas.

#### 4.3.1.4 – O Protocolo de comunicação

Para um leitor RFID e uma etiqueta RFID se comunicarem ambos devem fazer tal comunicação através do mesmo protocolo. Protocolo são as regras pré-definidas de comunicação, e no caso das etiquetas e leitores RFID da Phidget o protocolo utilizado é o

EM4102. Além do protocolo estabelecido na comunicação é importante ressaltar também que tal protocolo utiliza 125Khz na sua frequência de operação.

O protocolo EM4102 é formado de 64 bits. Esses bits são divididos em cinco grupos de informação. Nove bits são usados como cabeçalhos, 10 bits são de paridade de linha, 4 bits são utilizados para a paridade de coluna, 40 bits de dados e 1 bit para sinalizar o final da informação.

#### 4.3.2 – Metodologias e ferramentas utilizadas.

Na implementação do projeto todas as ferramentas utilizadas foram ferramentas gratuitas. O software desenvolvido em linguagem JAVA em um ambiente NetBeans 7.0.1 .A figura 4.5 ilustra todas as ferramentas utilizadas.

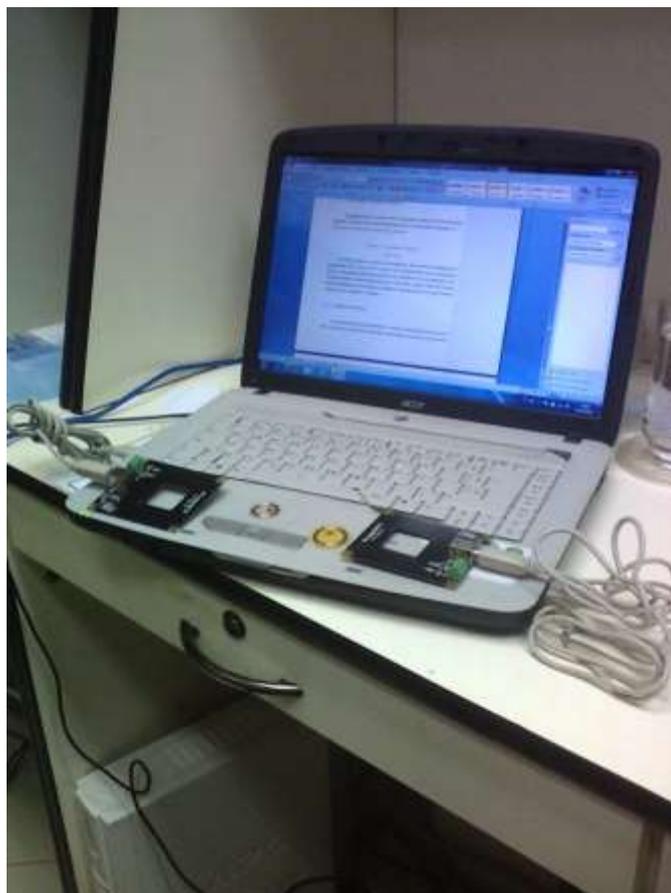


Figura 4.5 – Ferramentas Utilizadas

Fonte: Autor

O software utilizado no projeto foi inteiramente desenvolvido em linguagem de programação JAVA. Sua escolha se dá pelo vasto material didático que essa linguagem possui e pelo grande número de profissionais que trabalham com essa linguagem e que poderiam auxiliar no desenvolvimento do projeto. Além disso, o próprio fabricante do leitor RFID disponibiliza em seu site bibliotecas e aplicativos em linguagem JAVA, o que facilitou a interação entre o hardware e o software.

#### 4.3.2.1 – Diagrama de *Software*

Como metodologia de desenvolvimento, o sistema foi dividido em dois pacotes de classe. Cada pacote contém classes afins que exercem funções parecidas. Os pacotes são listados a seguir: *controlevelocidade*, *listeners*. A figura 4.6 mostra todos os pacotes utilizados para a programação do sistema.

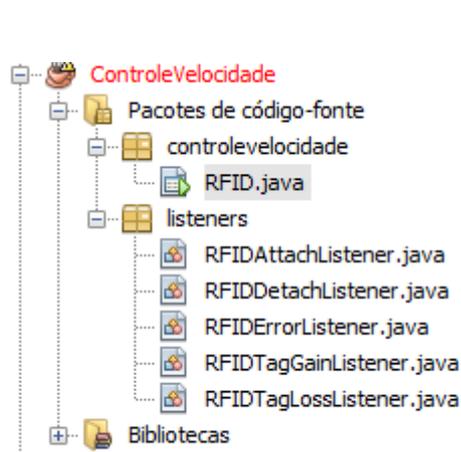


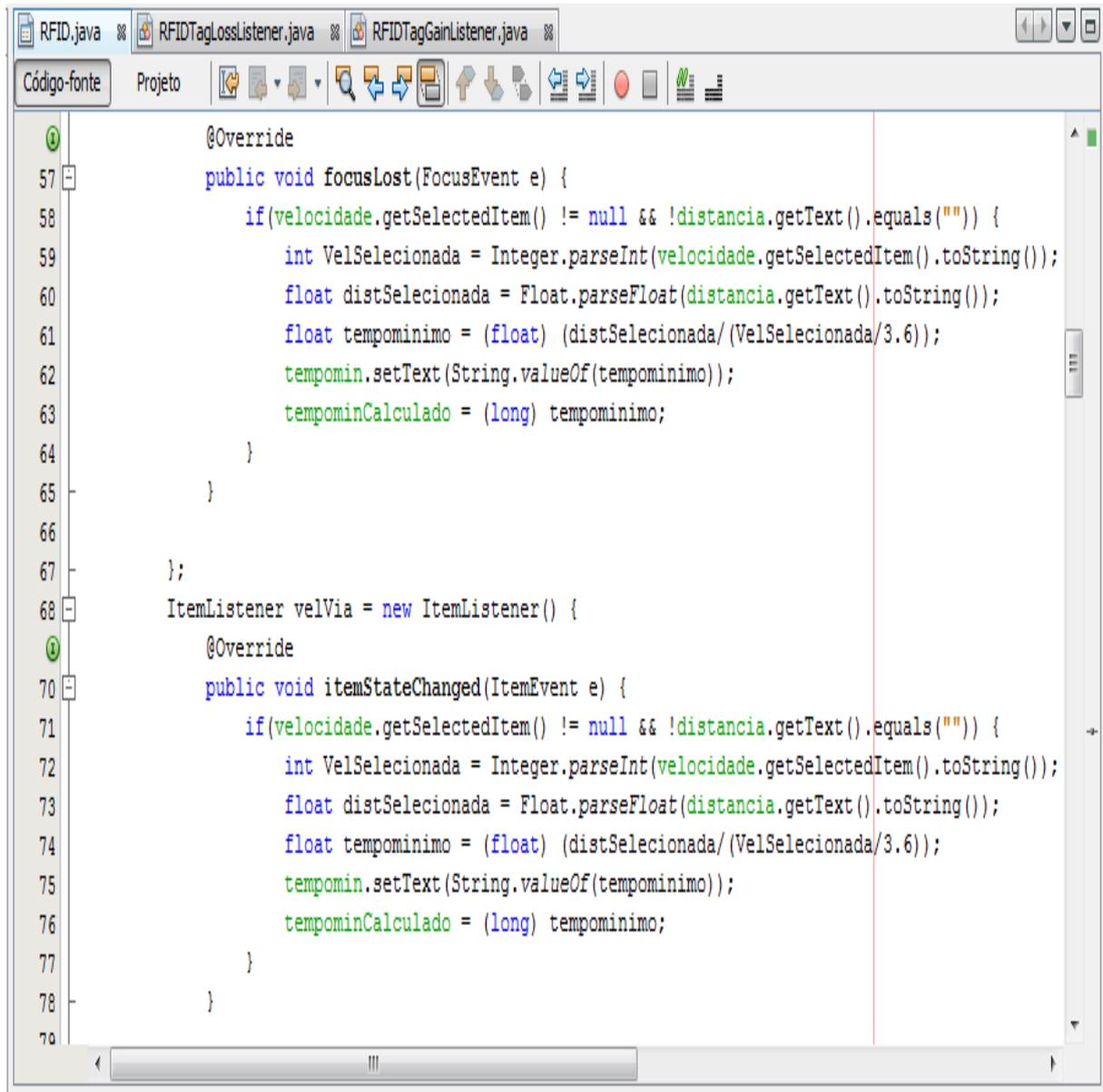
Figura 4.6 – Pacotes utilizados no desenvolvimento do software.

Fonte: Autor

##### 4.3.2.1.1 - Pacote “controlevelocidade”

Neste pacote se encontra a classe “RFID”, que contém a interface do programa além de efetuar cálculos de tempo mínimo de acordo com a distância e velocidade configurada pelo

usuário. Esta interface gráfica permite o usuário escolher qual a velocidade da via em Km/h e qual a distância entre os leitores. Também nesta interface gráfica da classe “RFID” do pacote “controlevelocidade” os leitores RFID são ativados.



```

RFID.java  RFIDTagLossListener.java  RFIDTagGainListener.java
Código-fonte  Projeto
@Override
57 public void focusLost(FocusEvent e) {
58     if(velocidade.getSelectedItem() != null && !distancia.getText().equals("")) {
59         int VelSelecionada = Integer.parseInt(velocidade.getSelectedItem().toString());
60         float distSelecionada = Float.parseFloat(distancia.getText().toString());
61         float tempominimo = (float) (distSelecionada/(VelSelecionada/3.6));
62         tempomin.setText(String.valueOf(tempominimo));
63         tempominCalculado = (long) tempominimo;
64     }
65 }
66
67 };
68 ItemListener velVia = new ItemListener() {
69     @Override
70     public void itemStateChanged(ItemEvent e) {
71         if(velocidade.getSelectedItem() != null && !distancia.getText().equals("")) {
72             int VelSelecionada = Integer.parseInt(velocidade.getSelectedItem().toString());
73             float distSelecionada = Float.parseFloat(distancia.getText().toString());
74             float tempominimo = (float) (distSelecionada/(VelSelecionada/3.6));
75             tempomin.setText(String.valueOf(tempominimo));
76             tempominCalculado = (long) tempominimo;
77         }
78     }
79 }

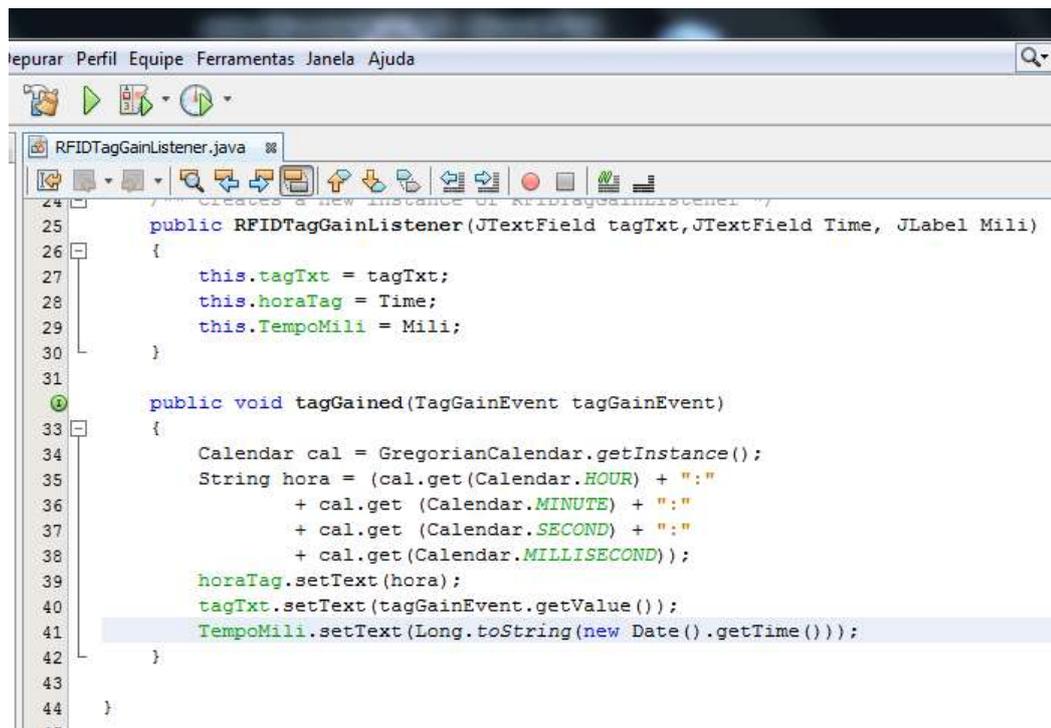
```

Figura 4.7 – Classe “RFID”

Fonte: Autor

#### 4.3.2.1.4 - Pacote “listeners”

O pacote “listeners” tem classes que fazem todo o tratamento para cada ação dos leitores RFID. Trata-se dos principais eventos que o leitor participa. Todos esses eventos serão tratados em classes específicas. O pacote possui as seguintes classes: “RFIDAttachListener.java”, “RFIDDetachListener.java”, “RFIDErrorListener.java”, “RFIDTagGainListener.java”, “RFIDTagLossListener.java”.



```

24
25 public RFIDTagGainListener(JTextField tagTxt, JTextField Time, JLabel Mili)
26 {
27     this.tagTxt = tagTxt;
28     this.horaTag = Time;
29     this.TempoMili = Mili;
30 }
31
32
33 public void tagGained(TagGainEvent tagGainEvent)
34 {
35     Calendar cal = GregorianCalendar.getInstance();
36     String hora = (cal.get(Calendar.HOUR) + ":"
37         + cal.get(Calendar.MINUTE) + ":"
38         + cal.get(Calendar.SECOND) + ":"
39         + cal.get(Calendar.MILLISECOND));
40     horaTag.setText(hora);
41     tagTxt.setText(tagGainEvent.getValue());
42     TempoMili.setText(Long.toString(new Date().getTime()));
43 }
44 }
45

```

Figura 4.8 – Pacote listeners.

Fonte: Autor

Como dito cada classe corresponde a um evento que o leitor participa. A classe “RFIDAttachListener.java” compõe-se de ações que o programa executa assim que os leitores são ativados como ligar a antena do leitor e seu led.

A classe RFIDDetachListener.java”, por sua vez, desliga todas as funções do leitor ao ser chamada.

A classe “RFIDErrorListener.java”, retorna os possíveis erros gerados no leitor.

Em “RFIDTagGainListener.java”, o leitor detecta a Tag que passou pelo seu campo, retorna a sua ID e o horário exato, com precisão de milissegundos, em que foi detectado. Também é feito em “RFIDTagGainListener.java” a aquisição dos milissegundos que se passaram desde 1 de Janeiro de 1970. Esse tempo será usado para o calculo do tempo de travessia.

Na classe “RFIDTagLossListener.java”, o sistema toma uma ação para quando a TAG não estiver mais no campo de visão. No “RFIDTagLossListener.java”, o software vai reconhecer quando a Tag não está mais no alcance de visão do segundo leitor. Neste momento o sistema já tem todos os dados necessários para todos os cálculos, então nesta classe também é feito o calculo do tempo de travessia, a comparação com o tempo mínimo necessário para não haver infração e o retorno se houve ou não infração.

## **CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO**

Nesse capítulo de aplicação do modelo proposto o protótipo será detalhado e esmiuçado. Este detalhamento tem o objetivo de mostrar a viabilidade do mecanismo.

Não é objetivo mostrar um sistema totalmente apto a realizar o monitoramento de vias públicas. Será demonstrado como é viável a monitoração da velocidade dos automóveis através do RFID.

### **5.1 - Apresentação da área de Aplicação do Modelo Proposto**

O modelo proposto tem como área de aplicação as vias e rodovias públicas. No Código de Trânsito Brasileiro, em seu artigo 61, são evidenciadas as velocidades máximas para se transitar em vias públicas.

No Plano Nacional de Redução de Acidentes de Transito um dos seus objetivos estratégicos para a redução dos acidentes de transito é justamente a fiscalização da velocidade. Uma fiscalização mais eficaz e eficiente por meio de recursos tecnológicos e de sistemas informatizados, tendo como princípio a reeducação e a redução da impunidade. Assim o sistema proposto realmente se mostra como uma boa proposta para o auxílio na fiscalização do transito e redução de acidentes.

Como visto o projeto foi baseado na necessidade de uma fiscalização mais eficaz. Assim a justificativa para o projeto fica a cargo da redução de acidentes através desta fiscalização.

Importante lembrar que o trecho de afereção deve ser cuidadosamente escolhido de modo a não haver entradas ou saídas na via. Evitando que os veículos saiam ou entrem na via sem ser devidamente reconhecidos.

Como se trata de uma fiscalização, cabe a todos os órgãos do SISTEMA NACIONAL DE TRANSITO a implementação desse sistema de monitoramento.

Em seu resultado final o projeto se propõe a fazer uma fiscalização de velocidade bem mais eficiente que a vista hoje utilizando para ganhos de eficiência a tecnologia RFID para identificar veículos e possibilitar o cálculo de sua velocidade em um trecho.

### 5.1.1 - O ambiente de simulação

A simulação será feita em uma maquete com o propósito de fazer a representação de uma via de trânsito. A maquete será especialmente montada para a demonstração, nela será desenhada uma pista e serão usados carros de brinquedo para representar os veículos monitorados. Na via simulada haverá dois leitores RFID, separados ao longo da via por uma distância previamente estabelecida. Os carros de brinquedo da simulação terão etiquetas RFID, com número de série único que representarão sua placa de identificação. A imagem da figura Figura 5.1 ilustra a maquete onde será apresentado a simulação do projeto.



Figura 5.1 – Ilustração da Maquete utilizada.

Fonte: Autor

Para ser feita a demonstração do monitoramento da via, serão utilizados dois veículos. O monitoramento do veículo em trânsito pela via se dá no momento em que o mesmo passa diante do primeiro leitor RFID e acaba quando ele atravessa o campo de leitura do segundo

leitor. Dessa forma é feito o cálculo do tempo entre a detecção do primeiro leitor e do segundo e assim chega-se à velocidade de transito que é apresentada na tela do software desenvolvido.

## **5.2 - Descrição da Aplicação do Modelo**

Nessa seção será feita um detalhamento de cada evento necessário para o efetivo monitoramento da velocidade da via utilizando a identificação por RFID. Deste modo será mostrado detalhes do programa desenvolvido para o monitoramento.

O sistema foi dividido em três etapas distintas. Cada etapa realizada tem uma determinada função em separado, porém todas etapas devem se interligar para o sucesso do sistema. São elas: a primeira identificação, a segunda identificação e a etapa de cálculo de velocidade e comparação com o máximo permitido.

Nas seções seguintes cada etapa será explicada, justificando o porquê de sua existência e sua importância.

### **5.2.1 – Primeira Identificação**

Nessa etapa do monitoramento o veículo é reconhecido pela primeira vez e é marcado o horário em que este fato ocorreu. O sistema tem o conhecimento da existência do veículo na via e assim começa seu monitoramento. Essa etapa apesar de ser simplesmente um reconhecimento é de suma importância no sistema, pois é nesta etapa que são geradas as informações mais relevantes que são a ID única do veículo e o seu horário de entrada no trecho monitorado.

Para realizar a primeira identificação basta que o leitor RFID esteja ativo e que o veículo passe em seu campo de leitura, assim automaticamente o veículo já estará sendo monitorado.

Nesta etapa o programa mostrará ID do veículo identificado e o horário em que ele foi identificado.

A imagem da Figura 5.2 ilustra a etapa de primeira identificação.



Figura 5.2 – Primeira identificação

Fonte: Autor

### 5.2.2 – Etapa de Segunda Identificação

Essa etapa tem a mesma função básica da primeira etapa.

O leitor RFID reconhece o veículo que passa pelo seu campo de leitura e marca o horário em que aquele ID é detectado. Assim o sistema consegue outro dado vital para o seu sucesso no monitoramento que é o horário de saída do trecho monitorado.

### 5.2.3 – Etapa de cálculo de velocidadee comparação com a máximo permitida.

Esta é a etapa mais complexa do projeto. É nesta etapa que todos os dados são tratados e se tornam informações. Esta etapa faz o cálculo da velocidade que o veículo transitou no trecho monitorado através da diferença do horário de saída e do horário de entrada na via.

. É importante que o horário dos dois leitores estejam em sincronia para que não ocorra divergência no tempo calculado. Esta sincronia pode ser conseguida utilizando o clock dos computadores em que cada leitor esteja conectado.

Com essa informação de tempo o sistema faz o cálculo da velocidade. Sabendo previamente a distância entre os leitores que o usuário configurou e, tendo essa distância como uma constante o sistema resolve a simples equação:

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

Onde  $\Delta d$  é a constante distância entre os leitores e  $\Delta t$  é o tempo calculado.

Assim o programa nesta etapa indica a velocidade do veículo.

Posteriormente o sistema faz uma comparação entre o tempo de travessia aferido e o tempo de travessia calculado como mínimo. Caso o sistema verifique que o tempo foi abaixo do tempo mínimo ele indica a MULTA. Caso o tempo aferido seja maior que o tempo mínimo ele retorna um Ok indicando que não houve infração.

O sistema trata casos de contra mão, ou seja, o veículo foi detectado primeiro no segundo leitor e depois no primeiro leitor. Não há no protótipo tratamento para engarrafamentos, veículos que entraram ou saíram da via sem terem passado pelos dois leitores nem múltiplos carros. O protótipo visa apenas mostrar viabilidade e não ser um sistema feito para uma situação real.

A imagem da Figura 5.3 apresenta o resultado de um veículo que não foi multado.



Figura 5.3 – Veículo não multado

Fonte: Autor

### 5.3 - Resultados da aplicação do Modelo

Em resultado da aplicação do projeto conseguiu-se desenvolver o software ilustrado na figura 5.4, este software contém todas as funções do sistema desde a inicialização do RFID até a indicação de infração.

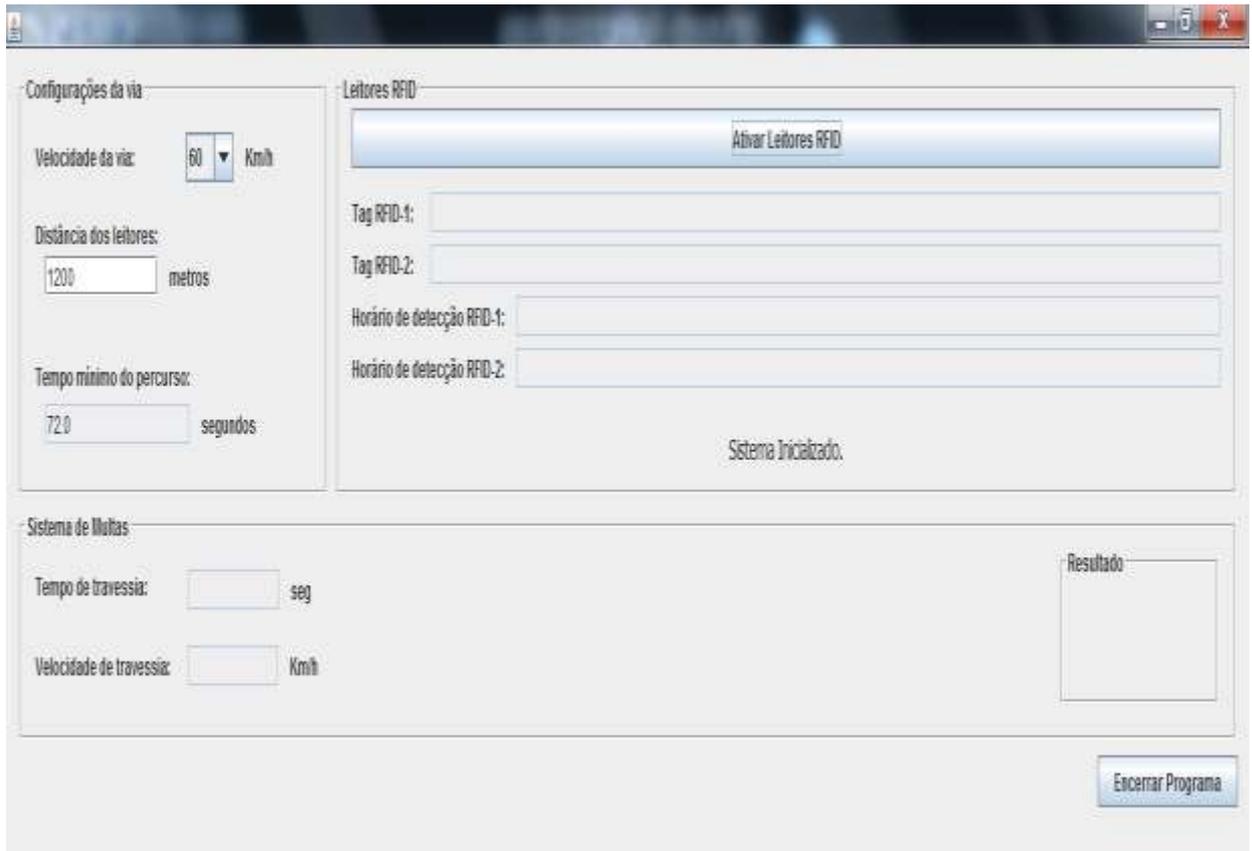


Figura 5.4 – Interface do *Software*

Fonte: Autor

O sistema de controle de velocidade mostra as funcionalidades propostas utilizando a maquete modelo. As funcionalidades são: detecção de veículos, aferição da velocidade no trecho e a indicação de excesso ou não de velocidade.

A maquete em miniatura utilizada para simular a via é demonstrada na Figura 5.5. Na imagem pode-se observar o leitor RFID e as miniaturas de veículos utilizadas cada um com sua etiqueta RFID.



Figura 5.5 – Maquete Utilizada

Fonte: Autor

Para a identificação dos veículos foram anexados em cada miniatura etiquetas RFID compatíveis com o leitor, ou seja, tem o mesmo protocolo. A Figura 5.6 ilustra a miniatura do veículo e a etiqueta RFID respectiva.



Figura 5.6 – Etiqueta RFID anexada ao veículo.

Fonte: Autor

O limite de distância de leitura do RFID é de aproximadamente 7cm, por isso a etiqueta foi colocada na lateral do veículo, facilitando assim a leitura.

O leitor RFID utilizado tem uma limitação quanto à velocidade em que o veículo atravessa o seu campo de leitura. Essa limitação se deve ao aparelho utilizado ser de um modelo mais simples e barato, de baixa frequência, aparelhos mais robustos e caros que utilizam alta frequência, tem uma capacidade de leitura mais aprimorada. Por tanto na simulação foi utilizada uma baixa velocidade para representar a via.

Conforme exposto no capítulo 4 o Leitor RFID e o computador se comunicam através da porta USB, como mostra a Figura 5.7.



Figura 5.7 – Conexão do leitor RFID com o computador

Fonte: Autor

Para representar o projeto desenvolvido será simulado um carro atravessando o trecho de monitoramento, então será mostrada a velocidade que o veículo atravessa o trecho e se foi ultrapassado ou não o limite de velocidade.

Após isto será feito o cálculo da velocidade, a indicação de excesso de velocidade.

#### **5.4 - Custos do Projeto**

Para fazer o desenvolvimento do projeto e sua apresentação em um protótipo, foi necessária a escolha da tecnologia correta a ser implementada na identificação dos veículos, a linguagem de programação que atendesse os requisitos e a plataforma que seria desenvolvido o software.

A tecnologia utilizada para identificar cada veículo foi a RFID, logo houve a necessidade de adquirir não só um, mas dois kits de leitores RFID. A escolha da marca fundamentou-se na riqueza de informações sobre o hardware e no seu baixo custo. Assim optou-se pelo kit RFID da marca canadense Phidgets.

O valor do kit completo com etiquetas é de USD 72,10 (setenta e dois dólares e dez cents), este kit contém um leitor RFID e mais dez etiquetas nas mais variadas formas. Apenas o leitor tem o custo de USD 55,00 (Cinquenta e cinco dólares). A taxa de entrega para o

Brasil é de USD 72,97 (setenta e dois dólares e noventa e sete cents), totalizando um valor de USD 200,07 (duzentos dólares e sete centavos) para adquirir todos estes aparelho o valor em reais no dia 13 de outubro de 2011 seria em torno de R\$ 350,12 – trezentos e cinquenta reais e doze centavos - mais taxas de importação.

Entrando em contato com autores de projetos anteriores foi encontrado um leitor RFID escolhido, como no protótipo são necessários 2 foi preciso comprar um aparelho RFID e resultou no gasto de USD 55,00 (cinquenta e cinco dólares), mais uma taxa de entrega de USD 8,77 (oito dólares e setenta e sete cents) para Miami-FL onde parentes receberam e trouxeram pessoalmente para o Brasil. Dessa forma o gasto com aparelhos RFID foi de apenas USD 63,77 (Sessenta e três dólares e setenta e sete cents) .

Tabela 5.1 – Custos Projeto

Item	Quantidade	Valor
Leitor RFID	1	\$ 55,00
Entrega	1	\$ 08,77
Total		\$ 63,77

Fonte : Autor

Para desenvolvimento do software de controle e aferição foi utilizado a plataforma de desenvolvimento NetBeans em sua versão 7.0.1. Esta plataforma de desenvolvimento é de código aberto, ou seja, um “open source”, ela é disponibilizada gratuitamente no site da Oracle pelo link “<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk-netbeans-jsp-142931.html>”.

## 5.5 - Avaliação Global do Modelo Proposto

O modelo apresentado concretiza a proposta inicial do projeto, que é verificar a velocidade média de um veículo durante um longo trecho na via utilizando para isso a tecnologia RFID .

Com esse sistema de monitoramento sendo aplicado nas vias de trânsito, a infração de excesso de velocidade tende-se a se tornar cada vez menos freqüente, à medida que o número de vias e o tamanho dos trechos monitorados aumentam torna-se inviável praticar a infração de excesso de velocidade, tornando assim as vias mais seguras.

O modelo desenvolvido tem sua funcionalidade limitada à via modelada na maquete. Em uma situação real, seria necessário um leitor RFID mais preciso e potente, um código de programação mais robusto e completo. O sistema simulado abrange o monitoramento de apenas um trecho de uma via, se fosse aplicado em larga escala com uma lógica mais sofisticada seria possível monitorar uma via quase por completo.

O projeto apresentado como toda inovação tecnológica tem pontos fortes e pontos fracos. Os pontos fortes são a flexibilização da fiscalização podendo facilmente alterar sua velocidade, a maior eficiência no monitoramento da via entre outros. O ponto fraco mais evidente no projeto é a limitação do leitor RFID tanto quanto a distância de leitura quanto a velocidade de captação no campo de leitura. Essas limitações são características do leitor utilizado por tanto difícil de contorná-las.

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

### 6.1 - Conclusões

O controle de velocidade em vias públicas é um ponto chave na busca pela redução de acidentes e diminuição dos estragos causados em acidentes inevitáveis. A segurança das vias é diretamente influenciada pela velocidade em que os carros transitam nelas. Daí vem a importância do respeito à velocidade permitida na via

O abuso da velocidade é prejudicial de maneira geral. Estes abusos de velocidade causam acidentes, geram custos para o Estado e resultam, muitas vezes, em mortes.

Nesse contexto, uma fiscalização mais eficaz e eficiente é fundamental para inibir esse abuso de velocidade. Inibindo abusos de velocidade o trânsito se torna mais seguro para todos que utilizam a via.

Existem vários dispositivos utilizados hoje para inibir o excesso de velocidade dos veículos nas vias públicas. Campanhas educativas, conscientização de motoristas, fiscalização e outros.

Um grande aliado desses dispositivos inibidores é a fiscalização mais extensiva, que é o que o projeto se propõe a fazer. Visto que o protótipo apresentado verifica a velocidade do veículo não apenas em um curto trecho, mas em um longo percurso a prática do abuso de velocidade se torna inviável para o motorista.

Para alcançar esse resultado de inibição de abuso de velocidade por parte dos motoristas, foi necessário alcançar uma forma do motorista se sentir fiscalizado o tempo todo. Com isso o motorista sente que não há necessidade de aumentar a velocidade, uma vez que ele está sendo monitorado durante longos trechos e são curtos trechos que não há monitoramento, o contrário do que é hoje. Com isso foi desenvolvido o sistema de fiscalização que foi integrado à tecnologia RFID e funcionou como o planejado no início deste trabalho.

Os resultados obtidos na simulação, utilizando o kit RFID da Phidget, foram satisfatórios, uma vez que todos os veículos tiveram sua velocidade monitorada pelo sistema desenvolvido para tal finalidade.

## **6.2 - Sugestões Para Trabalhos Futuros**

Ao passar do tempo no desenvolvimento do projeto foram surgindo idéias de aprimoramento e sofisticação do projeto. O campo de atuação do projeto é muito vasto. A tecnologia RFID vem sendo bastante estudada e aplicada em diversas áreas por se mostrar mais vantajosa que outras tecnologias de identificação já existentes.

No campo de fiscalizar de veículos em transito, as sugestões para trabalhos futuros são relacionadas a seguir:

- Integrar o monitoramento de velocidade com foto do veículo infrator;
- Fazer um relatório em tempo real e enviar para autoridades dados e ultima posição conhecida de veículo infrator; e
- Verificar questões de licenciamento de veículos que passem por áreas monitoradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIN RIDA, LI YANG, MANOS M. TENTZERIS, RFID-Enabled Sensor de Design e Aplicações

DEITEL, HARVEY M. JAVA. **Como Programar**. 10ª Edição. Rio de Janeiro, 2010. Prentice Hall, - Br.

Documento Década de Ação Pela Segurança no Trânsito, Resolução ONU nº 2 de 2009. Disponível em <[http://www.antp.net/biblioteca/Dcd\\_11-20\\_Prpst.pdf](http://www.antp.net/biblioteca/Dcd_11-20_Prpst.pdf)> Acessado em 27 de Outubro de 2011.

FINKENZELLER, KLAUS. **RFID Handbook, Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification**, 2ª Edição. New Jersey, Wiley 2009.

GLOVER, Bill; BHATT, Himanshu. **Fundamentos de RFID**. Rio de Janeiro, Atlas, 2007.

HUNT, V. DANIEL; PUGLIA, ALBERT; PUGLIA, MIKE. **RFID, A Guide to Radio Frequency Identification**. New Jersey, Wiley, 2007.

LAURA LEMAY, ROGERS CADENHEAD, Aprenda em 21 dias Java 2: tradução da 4ª edição;

MARK ROBERT, The History of RFID - The RFID Journal

MILES, STEPHEN B.; SARMA, SANJAY E.; WILLIAMS, JOHN R. **RFID Technology and Applications**. Cambridge, Cambridge University Press 2010.

RFID JOURNAL. "What is

RFID?". Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/article/view/1339/1>>. Acessado em 26/08/2011.

Site da Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito em 22/08/2011 - [http://www.vias-seguras.com/os\\_acidentes/causas\\_de\\_acidentes](http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/causas_de_acidentes)

Site do DNIT em 28/07/2011 - <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/control-de-velocidade>

Site da Sunem 31/08/2011 - <[http://www.java.com/pt\\_BR/about](http://www.java.com/pt_BR/about)>

SIERRA, KATHY; BATES, BERT. **Use a Cabeça! Java**. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2007. O'Reilly.

Site Portal do Trânsito em 02/11/2011 - <http://www.portaldotransito.com.br>

Frank Thornton, Brad Haines, Anand M. Das, Hersh Bhargava, Anita Campbell, Syngress, RFID SECURITY;

SWEENEY, PATRICK J. **RFID for Dummies**. Indiana, Wiley 2008.

