

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
Fábio Marin Preti

AUTOMAÇÃO DE RASTREAMENTO VEICULAR ON-LINE PARA  
ANÁLISE DE RISCO

ITAJUBÁ, MG

2011

FÁBIO MARIN PRETI

AUTOMAÇÃO DE RASTREAMENTO VEICULAR ON-LINE PARA  
ANÁLISE DE RISCO

Trabalho de conclusão de curso para  
obtenção do título de Mestre em  
Engenharia Elétrica apresentado à  
Universidade Federal de Itajubá

Orientador:  
Profº Drº Benedito Isaías de Lima  
Lopes

ITAJUBÁ, MG  
2011

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à DEUS por ser a base das minhas conquistas.

Aos meus pais Paulo Francisco Raffi Preti e Vera Luisa Marin Preti, por acreditarem e terem interesse em minhas escolhas, apoiando-me e esforçando-se junto a mim, para que eu suprisse todas elas.

Agradeço também a meu irmão Ivan Marin Preti e minha namorada Mônica Tatiane dos Santos que também tiveram papel muito importante nesses últimos anos.

Finalmente, agradeço ao meu orientador, Benedito Isaías de Lima Lopes, que soube transmitir com sabedoria todo o conhecimento necessário para que este trabalho fosse concluído.

## RESUMO

O trabalho intitulado Automação de Rastreamento Veicular On-Line Para Análise de Risco tem como principal objetivo apresentar uma nova metodologia para classificar o grau de risco de um determinado veículo em função do período de permanência em regiões pré-estabelecidas e monitoradas on-line. Para empresas de seguro de veículos, o risco associado refere-se ao valor numérico percentual em que se pode viabilizar o seguro do veículo por um determinado tempo e em função do perfil de cada cliente. Atualmente apenas dados secundários como idade, sexo, número de filhos, moradia, etc. são utilizados para se determinar o grau de risco do assegurado. Este trabalho propõe a utilização de dados primários, obtidos a partir de um sistema de rastreamento veicular em tempo real, desenvolvido por alunos de uma empresa incubada. Esses dados, uma vez obtidos por uma malha de servidores disponíveis em tempo integral, são tratados com a lógica fuzzy com o objetivo de proporcionar uma classificação geral do grau de risco associado a um usuário específico ou simplesmente um usuário típico. Esses resultados podem, portanto, ser utilizados pelas seguradoras, uma vez contratado o serviço, com a classificação detalhada por usuário e definitivamente alterar o método de cálculo do valor da apólice para cada cliente, beneficiando a ambos.

Palavras chaves: Módulo de rastreamento – Automação – Técnicas de Inteligência Artificial – Análise de Risco Veicular

## **ABSTRACT**

The work entitled Automation Vehicle Tracking On-Line For Risk Analysis has as main objective to present a new methodology to classify the risk degree of a particular vehicle on the time spent in regions pre-set and online monitored. For vehicle insurance companies, the risk refers to the numerical percentage that can enable vehicle insurance for a specified period and according to the profile of each customer. Currently, only secondary data such as age, sex, number of children, housing, etc... are used to determine the risk degree of the insured. This work proposes the use of primary data obtained from a vehicle tracking system in real time, developed by students from a company incubated at the institution. These data, once obtained by a high availability server network, are treated with fuzzy logic in order to provide a general classification of risk degree associated with a particular user or just a typical user. These results could then be sold to and used by insurance companies that could benefit from customized information regarding individual risk classification, using these data to definitely change the method of insurance policy value calculation for each client, benefiting both the company and the user.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	18
1 INTRODUÇÃO .....	18
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	20
CAPÍTULO 2 .....	23
2 RASTREAMENTO .....	23
2.1 POR QUE RASTREAR SEU VEÍCULO .....	23
2.2 RASTREAMENTO UTILIZANDO O GPS .....	24
2.3 RASTREAMENTO VEICULAR .....	26
2.4 FUNCIONAMENTO DO RASTREADOR VEICULAR.....	30
2.5 DIFERENÇAS APRESENTADAS PELOS RTLS PRESENTES NO MERCADO....	31
2.6 RASTREAMENTO FULL TIME .....	35
2.6.1 FULL TIME - TUDO SOB O SEU CONTROLE.....	35
2.6.2 O PRODUTO RX .....	36
2.6.3 DESCRIÇÃO DO MÓDULO DE COLETA DE DADOS RX®.....	38
CAPÍTULO 3.....	40
3 FERRAMENTAS UTILIZADAS .....	40
3.1 A BASE DE DADOS .....	40
3.1.1 SOBRE O POSTGRE .....	41
3.1.2 HISTÓRICO DO POSTGRESQL .....	42
3.1.3 O POSTGRESQL ATUALMENTE .....	44
3.1.4 O POSTGIS .....	44
3.2 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVA .....	46
3.3 AMBIENTE DE EXECUÇÃO – JBOSS 5.1 .....	50
3.4 LÓGICA FUZZY .....	51
3.4.1 CONCEITUANDO LÓGICA FUZZY.....	51
3.4.2 APLICAÇÕES COMERCIAIS .....	53
3.4.3 CONJUNTOS FUZZY .....	54
3.4.4 SISTEMAS FUZZY .....	56
3.4.5 CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS DO SISTEMA FUZZY .....	58
CAPÍTULO 4.....	60
4 O QUE É GERENCIAMENTO DE RISCO.....	60
4.1 GERENCIAMENTO DE RISCO.....	60
4.2 OS PILARES DO MODELO DE GESTÃO DE RISCOS.....	63
4.3 OBJETIVOS DO GERENCIAMENTO DE RISCOS .....	64
4.4 O RISCO MORAL (MORAL HAZARD) .....	64
CAPÍTULO 5.....	68
5 METODOLOGIA .....	68
5.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA .....	68
5.2 DETALHAMENTO DA METODOLOGIA.....	72
5.2.1 PRIMEIRA ETAPA – COLETA DOS DADOS .....	73
5.2.1.1 MODELAGEM DA BASE DE DADOS.....	74
5.2.2 SEGUNDA ETAPA – DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO .....	76
5.2.2.1 MODELAGEM DA BASE DE DADOS.....	77
5.2.3 TERCEIRA ETAPA – FILTRAGEM DOS DADOS .....	78
5.2.3.1 MODELAGEM DOS DADOS .....	79
5.2.4 QUARTA ETAPA – CLASSIFICAÇÃO FUZZY.....	81

5.2.4.1	MODELAGEM DA BASE DE DADOS.....	91
5.3	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	92
5.3.1	PRIMEIRA ETAPA – COLETA DOS DADOS .....	92
5.3.2	SEGUNDA ETAPA – DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO .....	93
5.3.3	TERCEIRA ETAPA – FILTRAGEM DOS DADOS .....	96
5.3.4	QUARTA ETAPA – CLASSIFICAÇÃO FUZZY.....	97
	CAPÍTULO 6.....	107
6	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	107
6.1	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....	109
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	111

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Configuração do sistema GPS Fonte: Belório ( 2005 p, 13) .....	26
Figura 2 - Modelo de central de Gerenciamento Fonte: Belório(2005, p. 21) .....	27
Figura 3 - Tela do protótipo de navegação Fonte: Hasegawa (1999).....	29
Figura 4 - Utilização de RFID em Pedágios.....	35
Figura 5 - Arquitetura do sistema de rastreamento da FullTime.....	38
Figura 6 - O módulo de rastreamento RX® .....	40
Figura 7- Imagem ilustrando a combinação das ferramentas PostgreSQL versão 8.4 com seu plugin para manipulação de dados espaciais PostGis versão 1.5 .....	45
Figura 8 - Diferença entre funções para a lógica Crisp e a lógica Fuzzy .....	55
Figura 9 - Caracterização do conjunto de pessoas de meia idade (lógica fuzzy) .....	56
Figura 10 - Modelo de Fuzzyficação e Defuzzyficação .....	57
Figura 11- Arquitetura do Classificador .....	69
Figura 12 - Esquema de envio dos dados .....	73
Figura 13 - Tabela usada para armazenamento de veículos .....	75
Figura 14 - Tabela usada para armazenamento de registros.....	75
Figura 15 - Exemplo de particionamento vertical por faixa de valores.....	76
Figura 16 - Tabela usada para armazenamento de Áreas de risco.....	78
Figura 17 - Tabela usada para armazenamento de dados do cálculo.....	79
Figura 18 - Tabela usada para armazenamento de avisos de entrada ou saída de áreas de risco .....	80
Figura 19 - Tabela usada para armazenamento do período diário de cada usuário dentro de cada área de risco.....	80
Figura 20 - Defuzzificação utilizando o método do centro de massa .....	83

Figura 21 - Gráfico do risco diário calculado pela malha fuzzy .....	85
Figura 22 - Malha fuzzy utilizada para a classificação de uma área de risco.....	86
Figura 23 - Vértice dos trapézios, representando a forma de construção das memberships ....	87
Figura 24 - Memberships para a variável de entrada Nível de Risco.....	90
Figura 25 - Memberships para a variável de entrada Tempo na Área.....	90
Figura 26 - Memberships para a variável de saída Risco Calculado.....	90
Figura 27 - Tabela usada para armazenamento dos riscos diários de cada veículo analisado pelo classificador fuzzy .....	91
Figura 28 - Áreas de risco utilizadas na classificação .....	95
Figura 29 - Risco diário de um veículo analisado (1).....	98
Figura 30 - Risco diário de um veículo analisado (2).....	99
Figura 31 - Risco diário de um veículo analisado (3).....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Limitações da base de dados PostgreSQL.....	42
Tabela 2- Amostra dos dados coletados e não tratados .....	71
Tabela 3 - Exemplo de nível de risco das áreas.....	77
Tabela 4 - Permanência diária em cada área .....	78
Tabela 5- Valores atribuídos a variável Nível de Risco da Área.....	87
Tabela 6 - Tempo dentro de cada área.....	88
Tabela 7 - Valores atribuídos ao risco calculado.....	88
Tabela 8 - Definição das Regras.....	89
Tabela 9 - Grau de risco das áreas predeterminadas .....	94
Tabela 10 - Risco diário de um veículo (1) .....	101
Tabela 11 - Risco diário de um veículo (2) .....	102
Tabela 12 - Risco diário de um veículo (3) .....	104
Tabela 13 - Média e Desvio padrão dos riscos calculados .....	105

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CNT - Confederação Nacional do Transporte

COMPSUR - Comissão Permanente de Segurança

FENASEG - Federação Nacional das Seguradoras

FUNENSEG - Fundação Escola Nacional de Seguros

GIS - Sistemas de Informação Geográficas

GPS - Global Positioning System

INCIT - Incubadora de Base Tecnológica de Itajubá,

RCFV - Responsabilidade Civil Facultativa de Veículos

RF - Radio Frequência

RFID - Radio-Frequency Identification

RTLS - Real-time locating system

SINCOR/SP - Sindicato dos Corretores de Seguros, Capitalização e Previdência no Estado de São Paulo

SINDIREPA - Sindicato da Indústria de Reparação de Veículos e Acessórios do Estado de São Paulo

SGBD – Sistemas Gerenciadores de Base de Dados

SUSEP - Superintendência de Seguros Privados

TDOA - Time Difference of Arrival

WLAN - Rede de Área Local Sem Fio

## **CAPÍTULO 1**

### **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente, o mercado de seguros de automóveis no Brasil é um dos mais competitivos do setor. Continua sendo um ramo de negócios interessante no país e apesar de ter diminuído o número de companhias em operação nos últimos anos e com uma margem de lucro mais estreita, o setor movimentou cerca de R\$ 18 bilhões no ano de 2009. Qualquer informação adicional dentro de uma análise mercadológica agrega um diferencial competitivo significativo para uma empresa se sobressair em relação às demais.

Para se contratar um seguro no Brasil o cliente preenche um questionário com dados que darão o seu perfil. Para realizar esse processo, o mercado de seguros no Brasil tem o hábito de realizar um cadastro dos clientes com base nos seus dados sócio-econômicos e culturais. Através da análise em vários cadastros realizados por diferentes empresas seguradoras, verificou-se que as variáveis mais utilizadas pelas companhias de seguros são: idade, sexo, estado civil, renda mensal, escolaridade, ocupação e registro no SERASA, além, obviamente, do modelo e ano do veículo a ser assegurado.

É importante ressaltar, que o negócio de seguros tem como um de seus pilares o mutualismo, princípio pelo qual um grupo de indivíduos sujeitos aos mesmos riscos se une visando a formação de um fundo único que em caso de materialização do risco sobre o interesse de um de seus membros, supriria sua necessidade.

Desta forma, as seguradoras agindo na condição de administradoras desses fundos (não as isentando de suas responsabilidades e necessidade de capital próprio) e, tendo no item sinistralidade (materialização do risco) o seu principal componente de custos, precisam estabelecer critérios de aceitação de riscos. Estes critérios partem da premissa que os objetos segurados, dependendo da forma de agir de seu proprietário e/ou usuário, aumentam a probabilidade de ocorrência.

As seguradoras de veículos e os seus clientes podem se beneficiar do acesso às informações primárias que auxiliem no cálculo real do risco e no valor justo de uma apólice veicular. Para ambos é possível chegar a um preço competitivo e justo para uma apólice veicular em função de dados objetivos ou primários, e assim aumentar o volume de negócios.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de levantamento, análise e classificação do grau de risco para um determinado veículo, primeiramente, baseando-se no período em que este permanece em regiões pré-estabelecidas pelas seguradoras. Com base nesses dados seria possível oferecer uma apólice de seguros que estivesse mais de acordo com as características de cada cliente.

Os dados necessários para utilização da metodologia são extraídos de um módulo de rastreamento desenvolvido pela empresa **FullTime** de base tecnológica incubada pela INCIT – Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Itajubá. A escolha do módulo se deve a possibilidade de acesso irrestrito às informações e ao conhecimento técnico já aplicado; bem como nas características inovadoras como na compactação da transmissão de dados e em sua taxa de amostragem que pode chegar a 1 segundo.

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Tradicionalmente uma seguradora analisa o perfil de risco de um cliente através de dados secundários do condutor, ou seja, um cadastro de papel ou eletrônico com diversas questões sobre o assegurado que contém informações consideradas relevantes para categorizar, ou classificar, um cliente em altamente arriscado ou pouco arriscado.

Não existe um processo eficiente no mercado de seguradoras de veículos automotores que consiga analisar e calcular o risco de utilização de cada veículo de acordo com informações objetivas e principalmente individualizadas. O procedimento atual garante de uma forma subjetiva um valor a ser atribuído como risco, dentro de uma escala previamente definida pelas próprias empresas de seguro.

Outro problema encontrado na pré-classificação de perfis de risco através de formulários de cadastro é que nem sempre os dados preenchidos são de total veracidade, o que pode influenciar muito na análise final de um determinado cliente, acarretando num valor de apólice de seguros errado e muitas vezes causando prejuízos às empresas administradoras de seguros.

Esse valor, chamado risco, é essencial para as seguradoras, pois ele influencia diretamente no valor final da apólice a ser gerada. É de domínio público que mulheres mais velhas, casadas e com filhos, por exemplo, tem vantagem de preços nas apólices em comparação a homens adolescentes, solteiros e sem filhos. Mas por quê? É simples entender.

Estudos estatísticos mostram que pessoas com o primeiro perfil tendem a gerar menos sinistros de colisão do que pessoas com o segundo perfil. São informações

analisadas sobre o todo, de uma forma extremamente genérica e que acaba estereotipando os indivíduos, nesse caso os clientes. Isso ocorre, pois uma classificação por perfil utiliza dados secundários (do perfil do cliente) sobre a forma como o veículo é utilizado, acarretando classificações possivelmente equivocadas e, nesse caso, supervalorizando os valores das apólices.

Infelizmente, a estereotipagem, ou pré-julgamento nunca é a melhor maneira de classificar. Principalmente quando se trata de perfis de comportamento de pessoas, cujas divergências vão muito além do que um simples cadastro pode selecionar.

Possivelmente existem muitas mulheres casadas e com filhos que podem dirigir mais perigosamente e por lugares mais arriscados do que um jovem adolescente solteiro e sem filhos. Porém, o problema é ainda mais complexo.

Não é apenas a forma como um veículo é dirigido que influencia no valor da apólice. Também é necessário considerar o risco de o veículo ser roubado ou não, o que depende exclusivamente das regiões pelas quais cada veículo trafega. Essa segunda análise é impossível de ser feita através de dados secundários, como no formulário utilizado, pois é impossível prever as viagens que cada veículo fará, assim como o destino de cada uma delas.

O objetivo desse classificador é criar uma nova maneira de medição da utilização de um veículo, também chamada de perfil de risco, através de dados reais, ou primários, coletados via um hardware ou módulo de monitoramento instalado no veículo.

Portanto, o foco desse trabalho é privilegiar informações relevantes como os dados de localização da área de tráfego, ou seja, propor um processo de classificação de veículos o mais próximo da realidade, baseado primeiramente nas

áreas de risco levantadas a priori. Com essas informações pode-se atribuir um valor de risco a ser utilizado por empresas de seguro e possibilitar uma avaliação justa no valor da apólice do assegurado.

Para alcançar a proposta, este trabalho foi dividido em 7 capítulos apresentados a seguir.

O Capítulo 1 tratou da apresentação e caracterização do problema, perspectivas de análise de risco e da divisão dos assuntos a serem abordados nos demais capítulos, descritos abaixo.

No Capítulo 2 é descrito como funciona um sistema de rastreamento, inclusive o utilizado neste trabalho, da empresa FullTime.

No Capítulo 3 são apresentadas as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento da proposta.

O Capítulo 4, por sua vez, mostra como funciona o mercado de gestão de riscos, e quais as suas expectativas.

No Capítulo 5 é apresentada toda a metodologia utilizada para o desenvolvimento do classificador de riscos aqui proposto, dando ênfase na utilização das ferramentas descritas no capítulo 3, e logo após a aplicação dessa metodologia é colocada em prática.

Finalmente, o Capítulo 6 apresenta as conclusões que foram alcançadas e, na sequência, as referências bibliográficas utilizadas.

## **CAPÍTULO 2**

### **2 RASTREAMENTO**

#### **2.1 POR QUE RASTREAR SEU VEÍCULO**

A mobilidade tem se tornado algo cada vez mais presente. Os indivíduos possuem a necessidade de ir vir com maior agilidade. As atividades, sejam elas rotineiras ou esporádicas, requerem maior eficiência para serem cumpridas. Os indivíduos ou as empresas não podem prescindir de eficiência em suas rotinas.

Dentro disso, as movimentações utilizando veículos automotores têm sido cada vez mais frequentes e necessárias. Esses fatos abriram uma enorme oportunidade para as empresas baseadas em gestão de mobilidade. A demanda por sistemas que auxiliam os indivíduos e as empresas a saberem onde os veículos se encontram e como se movimentam tornou-se, no caso dos indivíduos, fundamental para dar conta no dia a dia. Quando se trata de empresas, esses requisitos são obrigatórios para um eficiente controle de custos e aumento da produtividade.

O mercado de rastreamento de veículos automotores é atendido por uma gama enorme de empresas. Encontram-se empresas de grande porte até empresas muito pequenas. Apenas um fato as une: todas tem foco na segurança veicular. Nasceram preocupadas em dar segurança aos veículos e impedir os sinistros. O provimento de instrumentos de gestão das frotas ficou delegado a um segundo plano.

A FullTime, empresa incubada pela INCIT – Incubadora de Base Tecnológica de Itajubá, foi criada com o propósito de atender a essa demanda latente.

É uma empresa que possui como foco fornecer um grande número de serviços de alto valor agregado que facilitam a gestão das frotas, no caso de empresas, ou auxiliam em atividades rotineiras, no caso das pessoas físicas, bem como preocupar-se com a segurança, tão necessária nos dias atuais.

Essa nova visão possibilita oferecer serviços diferenciados e abordar o mercado com um discurso substancialmente diferente e dessa maneira, novos nichos de mercado podem ser atingidos.

## **2.2 RASTREAMENTO UTILIZANDO O GPS**

GPS (Global Positioning System) é um conjunto de satélites que estão em órbita ao redor da terra, através de uma rede, em formação precisa. Como sabemos, todo ponto na Terra é identificado por suas coordenadas geográficas. Estas representam o ponto exato onde uma linha horizontal conhecida como latitude, cruza uma linha vertical conhecida como longitude. O receptor de GPS localiza pelo menos três satélites e usa as informações recebidas para determinar as coordenadas Geográficas no receptor de GPS.

Conforme Drago e Disperati (1996, p.1), o sistema GPS teve seu desenvolvimento iniciado a partir de 1973, nos Estados Unidos, onde o uso seria de exclusividade militar. De acordo com Rocha (2003, p.11), os sistemas de localização global surgiram para fornecer posicionamento em qualquer lugar do mundo. Este sistema representa uma revolução quando se fala em técnicas de navegação e mensuração. Anteriormente eram utilizados, para esse fim, bússolas e teodolitos. Com esses aparelhos era possível obter as direções de forma direta e as distâncias indiretamente, com as quais se conseguia calcular coordenadas e áreas.

Comparando o tempo entre os sinais transmitidos dos satélites e o tempo que eles são registrados, o receptor de GPS calcula a distância para cada satélite, no mínimo três ou mais deles, resultando em uma posição na superfície da Terra. Com estas distâncias medidas, o receptor também poderá calcular velocidade e o tempo de viagem, distância percorrida, altitude, entre outras.

Belório (2005, p. 12) salienta que o sistema GPS é composto por uma rede de 24 satélites colocada em órbita pelo Departamento Norte Americano de Defesa, conforme é visto na Figura 1. O GPS trabalha em qualquer condição de tempo, em qualquer lugar do mundo, 24 horas por dia, e não há cobrança de nenhuma taxa para utilizá-lo.

Belório (2005, p. 12) ainda acrescenta que um receptor de GPS deve receber sinais de pelo menos três dos 24 satélites para calcular uma posição bidimensional (latitude e longitude). Com quatro ou mais satélites visíveis, o receptor pode determinar a posição 3D do usuário (latitude, longitude e altitude). Certos fatores atmosféricos e outras fontes de erro podem afetar a precisão dos receptores, normalmente com no máximo 15 metros de imprecisão.

Em média, oito satélites estão continuamente na linha de visada, em qualquer posição na Terra. Quanto mais satélites forem visíveis, mais preciso é o posicionamento. É importante ressaltar que, embora os sinais emitidos pelos satélites de navegação atravessem nuvens, vidro, plástico e outros materiais de baixa densidade (leves), os receptores de GPS não funcionam em lugares de difícil acesso ou debaixo d'água.

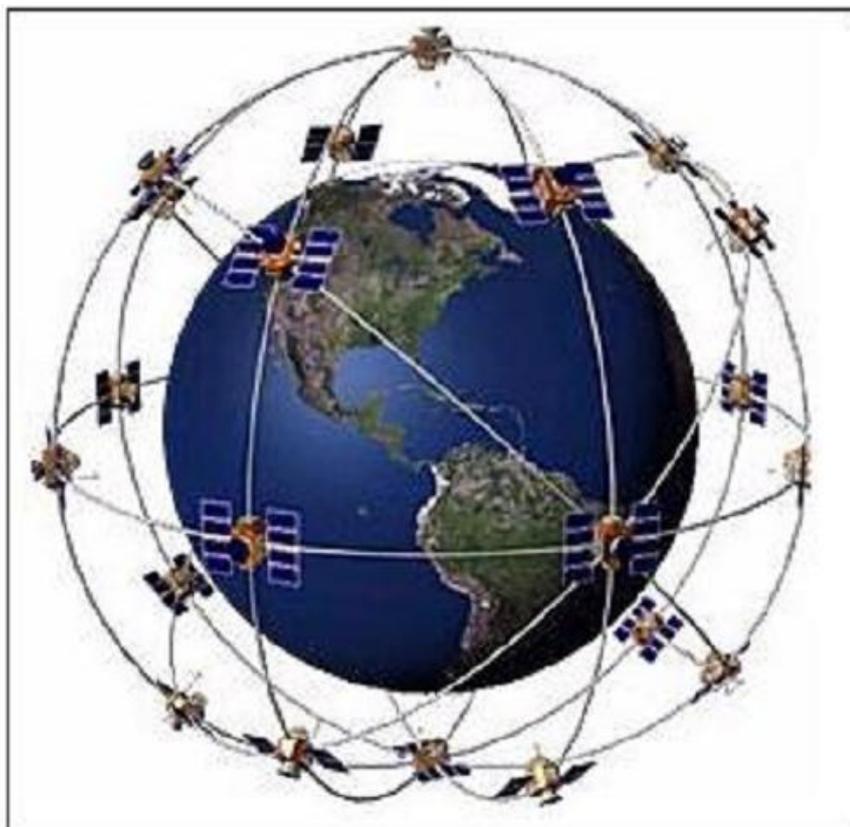


Figura 1 - Configuração do sistema GPS Fonte: Belório ( 2005 p, 13)

## 2.3 RASTREAMENTO VEICULAR

Na maioria dos sistemas de rastreamento é instalado um comunicador no interior do veículo que possui um receptor GPS, fornecendo assim as informações de latitude, longitude, altitude, data e hora. Estas informações são originadas a partir do recebimento de sinais enviados por satélites.

O receptor realiza cálculos sobre as informações para enfim obter os dados de localização, em seguida repassa as informações para um centro de controle, que por meio de alguma interface disponibiliza a informação diretamente ao cliente, conforme diagrama ilustrado na Figura 2.

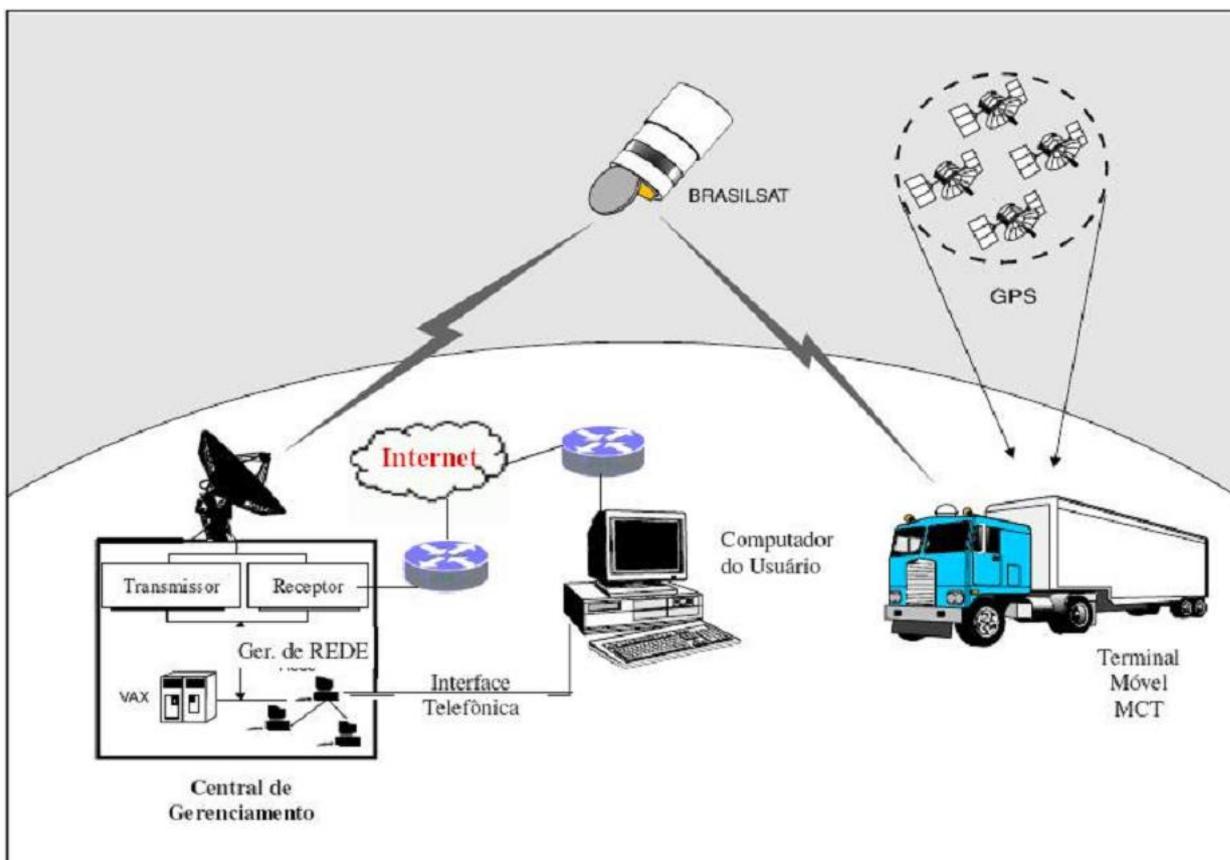


Figura 2 - Modelo de central de Gerenciamento Fonte: Belório(2005, p. 21)

Um sistema de rastreamento pode ser estendido com diversos controles adicionais, como sensores, travas e imobilizadores, Belório (2005, p. 23). Todos esses gerenciados por um computador de bordo. Esses controles adicionais, chamados atuadores, são muito importantes para empresas que necessitam de ferramentas de gerenciamento de risco, principalmente para o transporte de cargas.

O sistema de rastreamento veicular surge como um importante instrumento de apoio às ações de logística empresarial e gerenciamento de risco. Preliminarmente, analisa-se que a relação de custo-benefício para esse serviço é vantajosa, pois, além de inibir o roubo de cargas, estão agregadas possibilidades como a reprogramação de entregas de mercadorias, em função de imprevistos, possibilitando ainda a troca de informações sigilosas, o direcionamento automático

do veículo e também a criação de uma cerca eletrônica geográfica, dentre outras aplicações.

O sistema de rastreamento é composto de no mínimo dois equipamentos agregados: o GPS e um transmissor utilizando tecnologia Celular GSM/GPRS ou um Módulo RF, que juntos são conhecidos como rastreador via satélite. Os dados do posicionamento são identificados pelo GPS e são transmitidos de tempos em tempos.

O rastreador funciona de acordo com a programação da central de monitoramento e, caso seja preciso, o serviço pode ser personalizado conforme avaliação e necessidade do cliente. O bloqueio do veículo, a trava e destrava do baú, o controle das portas, o botão de pânico, a cerca eletrônica e outros serviços podem ser controlados pela central de rastreamento e pelos softwares de rastreamento, mas podem ser controlados também diretamente pelo usuário.

Além de rastrear o sistema funciona como localizador via satélite e bloqueador via satélite, funções que podem ser fornecidas em aparelhos distintos ou não. Hasegawa (1999, p.1) dedicou especial interesse ao estudo de navegação, citando inclusive cidades dos Estados Unidos, Japão e outros países da Europa em que a maioria dos carros de passeio contam com um sistema de localização, com o objetivo de auxiliar o motorista durante seu trajeto.

Para que isso se transformasse em realidade também aqui no Brasil, Hasegawa (1999, p.3) desenvolveu um protótipo de um sistema de navegação, utilizando dados provenientes de um receptor GPS e integrando essas informações em uma base de dados geográficos em um computador portátil.

As informações podem ser visualizadas na tela do computador, mostrando assim a posição imediata do veículo sobre um mapa geográfico característico de

uma região, possibilitando assim a identificação até mesmo da rua atual. Isto pode ainda ser expandido inserindo maiores informações e detalhes de cada região específica, como pode ser visto na Figura 3.

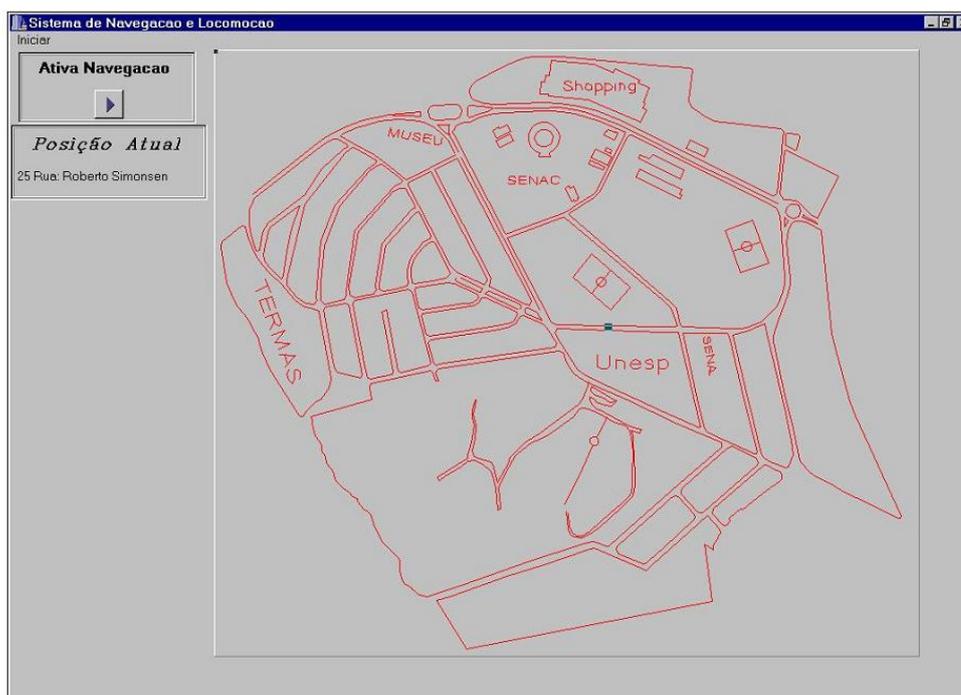


Figura 3 - Tela do protótipo de navegação Fonte: Hasegawa (1999)

Há inúmeras outras aplicações para os sistemas de rastreamento, como por exemplo: logística de caminhões, barcos, balsas, aeronaves, máquinas agrícolas, transporte público, contêineres de carga, controle de frotas, monitoramento de redes elétricas e outras.

É importante lembrar que o sistema de rastreamento não substitui o seguro do bem e sim complementa a sua segurança, ou seja, não é recomendável substituir o serviço de seguro por nenhum equipamento complementar de segurança.

## 2.4 FUNCIONAMENTO DO RASTREADOR VEICULAR

O rastreador de posição não é uma tecnologia simples. Mais propriamente, é a convergência de várias tecnologias que se integram para criar sistemas que rastreiam a posição de frotas de inventário, de veículos ou de animais, por exemplo. Sistemas similares podem ser criados para prestação de serviços com base na posição de dispositivos sem fio.

As tecnologias atuais estão sendo usadas para criar rastreadores de posição e sistemas que incluem:

- Sistemas de Informação Geográfica (GIS) - para sistemas de rastreadores de posição em larga escala, é necessário capturar e armazenar a informação geográfica. Os GIS podem capturar, armazenar, analisar e reportar informações geográficas.
- Sistema de Posicionamento Global (GPS) - constituído de uma constelação de 27 satélites na órbita da Terra (24 em operação e três extras, em caso de algum falhar). O GPS é ideal para o posicionamento exterior, tal como topografia, exploração agrícola, transporte ou uso militar (para o qual foi originalmente projetado).
- Identificador de Frequência de Rádio (RFID) - pequenos microchips sem bateria que podem ser anexados aos bens de consumo, gado, veículos e outros objetos para rastrear movimentos. Os RFID são passivos e apenas transmitem dados quando solicitados pelo leitor. Os leitores transmitem ondas de rádio que ativam os RFID. Então o mesmo transmite a informação numa frequência de rádio predeterminada. Essa informação é capturada e

transmitida para uma base de dados central. Entre os possíveis usos para o RFID está a substituição para os tradicionais códigos de barra UPC.

- Rede de Área Local Sem Fio (WLAN) - rede de dispositivos que se conectam via rádio, como o padrão 802.11b. Esses dispositivos transmitem dados modulados sobre as ondas de rádio e fornecem aos usuários uma rede de comunicação de curto alcance com uma variação de 10m a 100m.

Qualquer rastreador de posição ou sistema baseado em localização usará uma ou mais combinações dessas tecnologias. O sistema precisa que algum tipo de tecnologia para localização seja colocado no objeto, animal ou pessoa a ser rastreado. Por exemplo, o receptor GPS em um telefone celular ou uma identificação RFID em um DVD.

## **2.5 DIFERENÇAS APRESENTADAS PELOS RTLS PRESENTES NO MERCADO**

Há uma grande variedade de Sistemas de Localização em Tempo Real (RTLS) disponíveis no mercado hoje. A seguir há uma explicação bastante objetiva acerca de cada uma dessas tecnologias.

- Diferença no Tempo de Recebimento (Time Difference of Arrival - TDOA): também conhecido como triangulação, soluções TDOA se utilizam de 3 leitores RFID para o recebimento de sinais oriundos da tag RFID ativa. Os leitores computam o horário em que os sinais são

recebidos e enviam esses dados para a central, onde a diferença de tempo entre os três sinais é utilizada para o cálculo da localização da tag. Soluções TDOA requerem “comunicação visual” entre a tag e o leitor, isto é, o leitor deve sempre ter as tags em seu campo de ação e sem obstruções. Assim, tal sistema trabalha melhor em locais tipicamente caracterizados como galpões, onde há tetos altos e amplo espaço.

- Indicador de Força de Sinal Recebido (Received Signal Strength Indication - RSSI): soluções RSSI se iniciam com a captura de fingerprints, um mapeamento da força dos sinais em vários pontos do perímetro. Quando um sinal de rádio frequência (RF) é introduzido num ambiente, os leitores (no caso, access points) computam a força dos sinais. Dessa forma, o sistema compara os sinais advindos das tags com as fingerprints já registradas em sua memória, provendo o cálculo da localização. Devido às características inerentes às rádio frequências, como por exemplo, as interferências, soluções RSSI trabalham melhor em locais pequenos.
- Soluções RFID: as soluções RFID se baseiam na programação das tags ativas no envio de sinais aos leitores RFID em intervalos pré-determinados. Esses sinais são usados pelo sistema para o cálculo da localização.
- Soluções Wi-Fi: as soluções Wi-Fi se baseiam na utilização de tags Wi-Fi que se comunicam com o sistema através da infraestrutura wireless já existente.

O próximo passo para a tecnologia RTLS é sua integração com outras soluções, como por exemplo, a identificação, e sua consequente interação com o rastreamento e localização. Essa capacidade não está inteiramente disponível hoje em dia, mas estará em poucos anos.

Muitas empresas já começaram a esboçar essa integração, fazendo com que tags transponham a simples função de rastreamento. Por exemplo, numa linha de produção, onde tanto os pallets como as empilhadeiras são rastreados, há a mobilidade de informação acerca da localização e qual tipo de produto está sendo transportado. Na medida em que essas e outras soluções estão se desenvolvendo, conjugar muitas funcionalidades numa única situação permitirá cada vez mais eficiência e mais informações.

Há dois tipos de tecnologia RTLS no mercado atualmente. Um tipo envolve tags ativas e um software que juntos determinam a localização do bem.

Já o outro tipo envolve tags Wi-Fi que se comunicam através de redes sem fio usando o padrão 802.11. As tags RFID possuem maior investimento de implementação, em contrapartida, proveem uma precisão no rastreamento. Além de poderem ser empregadas em grandes extensões, pois seus a força de seus sinais abrangem uma área bastante considerável, como portos, aeroportos, etc.

A vantagem das soluções RTLS Wi-Fi é que todo o processo ocorre sobre uma rede wireless pré-existente, assim evitando gastos com implementação. Além de proporcionar comunicação “two-way”, onde tanto o sistema pode se comunicar com a tag, como a tag se comunica com o sistema. Facilitando a troca de informações entre supervisores e funcionários com a linha de produção.

Enquanto muitos RTLS se utilizam da tecnologia RFID ativo, nem todas as tags RFID ativas são capazes de prover informação em tempo real.

Uma tag RFID é identificada como ativa ou inativa quando é passada em um leitor; já uma tag RTLS possui a habilidade única de ser localizada em tempo real pelo sistema. Isso é possível graças à programação interna da tag RTLS, onde há a emissão de sinais periódicos. Tais sinais passam através de um software que informa o sistema RFID, e este fará os cálculos da localização.

RTLS são empregadas para o rastreamento de caminhões, containers, linhas de produção, entre outros. Estas também são utilizadas na localização de pessoas dentro de um perímetro. Quão precisos são os RTLS? Dependendo da tecnologia empregada, o sistema pode identificar e localizar bens numa escala de erro de 1,5 m. Mas nem todas as aplicações possuem essa precisão.

Na identificação de localidades de diferentes tipos de bens, os RTLS podem desempenhar outras funções.

Por exemplo, sensores têm sido empregados em caminhões frigoríficos onde além de localizar os veículos, também monitoram a temperatura de refrigeração do conteúdo.

No início dos anos 90 o roubo de carros ascendeu, tornando o mercado de segurança para carros, alarmes e sistemas de imobilização, um mercado promissor. Os controles de alarme com alcance de 5 a 20 metros estão no mercado há anos como prova desse tipo de sistema de segurança para carros.

Os dispositivos de RFID também já estão sendo utilizados para o controle de acesso em Shoppings, Condomínios Residenciais, Comerciais e Empresariais, bem como para a passagem em pedágios nas estradas, facilitando assim o escoamento do fluxo de veículos, como mostrado na Figura 4

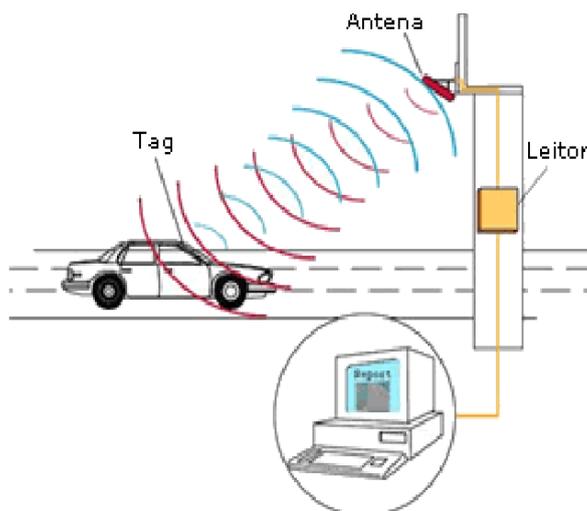


Figura 4 - Utilização de RFID em Pedágios

## 2.6 RASTREAMENTO FULL TIME

### 2.6.1 FULL TIME - TUDO SOB O SEU CONTROLE

A FullTime é uma empresa de base tecnológica focada em inovações para o desenvolvimento de inteligência em localização móvel. Através da tecnologia R-X®, um novo sistema de rastreamento de veículos, a FullTime insere no mercado um novo conceito em rastreamento e localização.

Diferentemente de todo o mercado de rastreamento atual, que disponibiliza essencialmente a posição do veículo, a FullTime leva aos seus clientes além do simples rastreamento, um conjunto de serviços diferenciados como, controle, em tempo real, sobre o percurso do veículo, controle de acesso a áreas de interesse personalizadas, controle de desempenho na estrada com controle de quilometragem e horas de uso do veículo, alarme antifurto digital integrado no módulo de

rastreamento, entre outros serviços que permitem ao usuário interagir com o veículo de forma totalmente prática.

## **2.6.2 O PRODUTO RX**

O RX® é um novo conceito em inteligência em localização desenvolvido pela empresa FullTime.

A nova plataforma foi desenvolvida para levar ao consumidor uma gama de serviços muito mais abrangentes e eficientes do que os rastreadores convencionais, por isso é chamado de sistema de inteligência em localização móvel.

O módulo RX® chega ao mercado com preços muito competitivos, tanto o dispositivo para ser instalado no veículo quanto os pacotes de serviços oferecidos.

Os diferenciais dessa nova plataforma estão também na forma de comercialização do módulo RX®. O consumidor, ao contrário da maioria dos serviços existentes que utilizam contratos de comodato, compra o módulo e ele mesmo instala, já que possui apenas uma simples conexão com a bateria do veículo a ser monitorado, ao contrário do que acontece hoje com outros casos, podendo haver até 16 fios de comunicação. Além disso, não existem botões e não há nenhuma interferência no sistema elétrico do veículo.

Uma vez que o módulo RX® é conectado à bateria, basta que o usuário faça os procedimentos de cadastros e registros normais no site da empresa para começar a usar o sistema.

Outro importante destaque do módulo RX® é o tempo de transmissão dos dados de localização do veículo rastreado. Enquanto o concorrente mais próximo utiliza uma taxa de transmissão de dados de 1 em 1 minuto, o RX® transmite, no

padrão de 1 em 1 segundo, dependendo do pacote contratado. A vantagem desse tempo tão mais curto está na possibilidade de se conhecer exatamente e em tempo real o que o veículo está fazendo e o desenvolvimento de inúmeros serviços associados. Como é sabido, um dos bens mais preciosos da era atual é a informação, e é exatamente nisso em que os dados coletados são transformados, em informações preciosas que garantem uma avaliação muito mais precisa que a elaborada até o momento por outras técnicas de monitoramento já difundidas no mercado.

O módulo RX® é também o único com buffer para áreas de sombra.

Isso significa que o sistema não perde informações quando o veículo monitorado está em área sem sinal de celular. Ele armazena essas informações em sua memória interna para depois, em momentos onde o sinal esteja com boa qualidade, descarregá-las nos servidores. Esse diferencial proporciona um quesito a mais em segurança e confiabilidade ao produto.

Devido às características apresentadas que o módulo RX® foi escolhido como o hardware de captura para alimentar a base de dados necessária para o classificador proposto neste trabalho. Essas características do módulo RX® são imprescindíveis para que todos os movimentos dos veículos monitorados sejam coletados proporcionando um elevado grau de confiabilidade nos resultados encontrados. Uma demonstração de como funciona a arquitetura do sistema é apresentada na Figura 5.

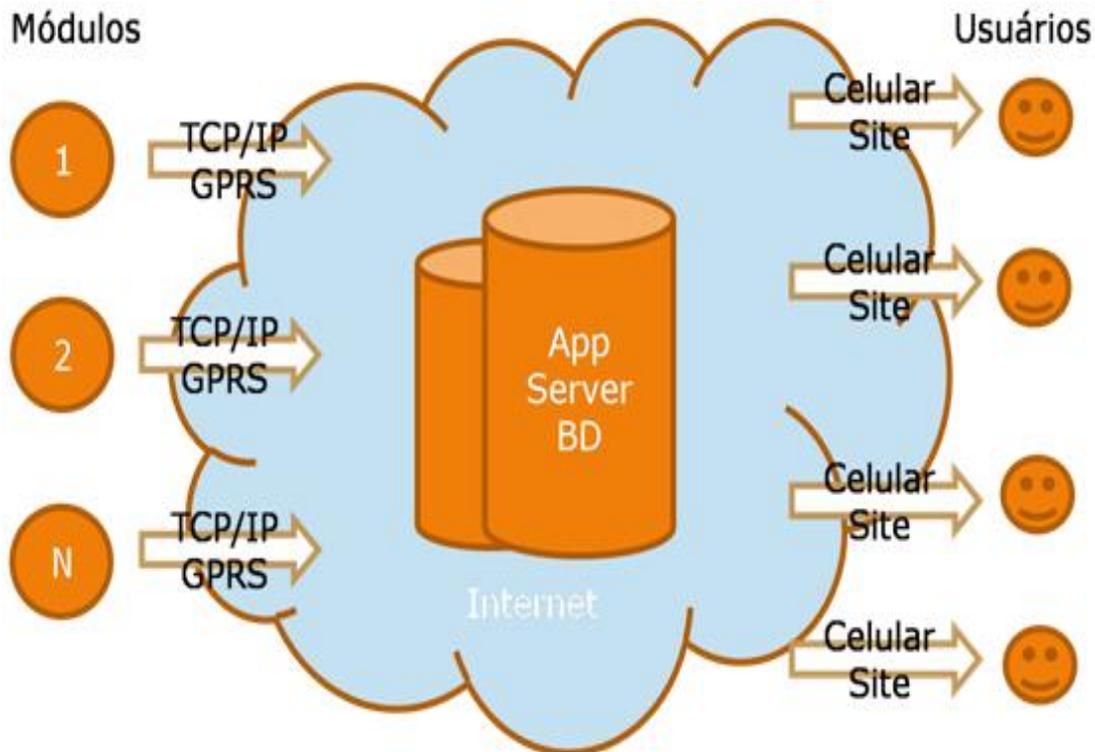


Figura 5 - Arquitetura do sistema de rastreamento da FullTime

### 2.6.3 DESCRIÇÃO DO MÓDULO DE COLETA DE DADOS RX®

O principal componente de um sistema de rastreamento é o módulo de coleta de dados. É através dele que os dados do GPS ou de outro sensor qualquer são capturados. Porém, em muitos módulos, todo o processamento desses dados é feito localmente e os serviços adicionais são acessados através de troca de mensagens de texto com o módulo e um celular ou um servidor.

Dentre as informações coletadas pelo módulo, uma é a aceleração. Ou seja, o módulo RX®, apresentado na Figura 6, consegue medir variações de aceleração de acordo com a utilização do usuário. Com isso surgiu como serviço totalmente inovador e inédito o alarme virtual integrado com o módulo.

O primeiro diferencial do módulo RX® é que todas as informações coletadas são enviadas para um conjunto de servidores, deixando o módulo livre para apenas coletar mais dados. E quando o módulo não obtém sinal GSM (celular) para enviar os dados, ele os armazena internamente em um sistema de arquivos desenvolvido pela fabricante que suporta até 84 horas intermitentes de coleta. Sendo que o módulo entra em “stand by” quando parado, o que interrompe a coleta dos dados, aumentando bastante a capacidade de armazenamento. Normalmente, a coleta de dados é feita em intervalos periódicos entre 1 a 5 minutos, o que não corresponde propriamente a um rastreamento, uma vez que nesse intervalo de tempo muita coisa pode acontecer e o módulo não tomar conhecimento. O RX® é o único módulo de rastreamento brasileiro, e talvez mundial, que possui a tecnologia de coleta de dados de 1 em 1 segundo.

Por isso pode ser chamada, com autoridade, de rastreamento em tempo real. Essa característica é a base para quase todos os serviços que foram desenvolvidos na plataforma RX®, uma vez que a FullTime dispõe de informações com uma precisão muito grande. Por ser uma empresa que preza pela alta tecnologia, a FullTime também é a única que detém o conhecimento para fazer atualizações remotas em seus módulos, ou seja, uma vez instalado no cliente o módulo se mantém atualizado para versões mais recentes de software sem intervenção alguma do proprietário, da mesma maneira que é feito em equipamentos mais elaborados como aparelhos celulares por exemplo. Isso contribui para a facilidade que a FullTime tem em criar e disponibilizar para todos os seus clientes uma gama crescente de novos serviços, sem a necessidade de reposição de equipamentos.

Outro fator importantíssimo é a facilidade de instalação do módulo RX®, que possui apenas um fio de alimentação e uma saída opcional para um bloqueador.

Isso torna o RX® extremamente discreto e pouco invasivo, uma vez que não é necessário cortar os fios originais do veículo ou instalar qualquer tipo de sensor externo.



Figura 6 - O módulo de rastreamento RX®

## **CAPÍTULO 3**

### **3 FERRAMENTAS UTILIZADAS**

#### **3.1 A BASE DE DADOS**

A base de dados escolhida para o armazenamento de todas as informações necessárias para o desenvolvimento do classificador de riscos foi a PostgreSQL versão 8.4. Essa versão já é utilizada nos sistemas da FullTime, facilitando ainda mais a integração dos sistemas.

### 3.1.1 SOBRE O POSTGRE

O PostgreSQL é um poderoso sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional de código aberto. Tem mais de 15 anos de desenvolvimento ativo e uma arquitetura que comprovadamente ganhou forte reputação de confiabilidade, integridade de dados e conformidade a padrões. Roda em todos os grandes sistemas operacionais, incluindo GNU/Linux, Unix (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64), e MS Windows. É totalmente compatível com ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade), tem suporte completo a chaves estrangeiras, junções (JOINS), visões, gatilhos e procedimentos armazenados (em múltiplas linguagens). Inclui a maior parte dos tipos de dados do ISO SQL:1999, incluindo INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL, e TIMESTAMP.

Suporta também o armazenamento de objetos binários, incluindo figuras, sons ou vídeos. Possui interfaces nativas de programação para C/C++, Java, .Net, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, entre outros, e uma excepcional documentação. Como um banco de dados de nível corporativo, o PostgreSQL possui funcionalidades sofisticadas como o controle de concorrência multiversionado (MVCC, em inglês), recuperação em um ponto no tempo (PITR em inglês), tablespaces, replicação assíncrona, transações agrupadas (savepoints), cópias de segurança a quente (online/hot backup), um sofisticado planejador de consultas (otimizador) e registrador de transações sequencial (WAL) para tolerância a falhas. Suporta conjuntos de caracteres internacionais, codificação de caracteres multibyte, Unicode e sua ordenação por localização, sensibilidade a caixa (maiúsculas e minúsculas) e formatação. É altamente escalável, tanto na quantidade enorme de

dados que pode gerenciar, quanto no número de usuários concorrentes que pode acomodar. Existem sistemas ativos com o PostgreSQL em ambiente de produção que gerenciam mais de 4TB de dados. Alguns limites do PostgreSQL estão incluídos na Tabela 1 (Fonte:<http://www.postgresql.org.br/sobre>).

Tabela 1- Limitações da base de dados PostgreSQL

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Tamanho Máximo do Banco de Dados	Ilimitado
Tamanho máximo de uma Tabela	32 TB
Tamanho Máximo de uma Linha	1.6 TB
Tamanho Máximo de um Campo	1 GB
Máximo de Linhas por Tabela	Ilimitado
Máximo de Colunas por Tabela	250–1600 dependendo do tipo de coluna
Máximo de Colunas por Tabela	Ilimitado

### 3.1.2 HISTÓRICO DO POSTGRESQL

O PostgreSQL (conhecido anteriormente como Postgres95) derivou do projeto POSTGRES da universidade de Berkley, cuja última versão foi a 4.2. O POSTGRES foi originalmente patrocinado pela DARPA (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada para Defesa), ARO (Departamento de Pesquisa Militar), NSF (Fundação Científica Nacional) e ESL Inc.

A implementação do projeto POSTGRES iniciou em 1986, e em 87 tornou-se operacional. A primeira versão lançada para o público externo foi em 1989. Devido a uma crítica feita ao seu sistema de regras, o POSTGRES teve essa parte re-implementada e lançada em uma segunda versão em 1990. Em 1991 foi lançada a

versão 3, com melhorias no executor de consultas e algumas partes do código foram reescritas. As versões subseqüentes até o Postgres95 foram focadas em confiabilidade e portabilidade.

O POSTGRES foi utilizado em diversos sistemas de pesquisa e de produção como em aplicações de análise financeira, banco com rotas de asteróides, e diversos sistemas de informações geográficas. O código do POSTGRES foi aproveitado em um produto comercializado pela Illustra Information Technologies (posteriormente incorporada à Informix, que agora pertence à IBM). A versão seguinte, o Postgres95, teve mudanças radicais em relação ao projeto original. O seu código foi totalmente revisado, o tamanho das fontes foi reduzido em 25%, e a linguagem SQL foi implementada como interface padrão. A performance foi consideravelmente melhorada e vários recursos foram adicionados. Em 1996 o nome Postgres95 tornou-se inadequado, o projeto foi rebatizado "PostgreSQL", para enfatizar a relação do POSTGRES original com a linguagem SQL.

A numeração da versão voltou a seguir o padrão anterior ao Postgres95 (considerada a 5.0), e a primeira versão do PostgreSQL foi a 6.0. Enquanto a ênfase do Postgres95 tinha sido a correção de falhas e otimização do código, o desenvolvimento das primeiras versões do PostgreSQL foi orientada à melhoria de recursos e implementação de novos recursos, sempre seguindo os padrões de SQL anteriormente estabelecidos.

### **3.1.3 O POSTGRESQL ATUALMENTE**

A equipe do projeto cresceu e se espalhou pelo mundo. O Grupo Global de Desenvolvimento do PostgreSQL tem membros nos Estados Unidos, Canadá, Japão, Rússia, vários países da Europa e alguns outros.

Esse grupo é formado essencialmente por empresas especializadas em PostgreSQL, empresas usuárias do sistema, além dos pesquisadores acadêmicos e programadores independentes. Além da programação, essa comunidade é responsável pela documentação, tradução, criação de ferramentas de modelagem e gerenciamento, e elaboração de extensões e acessórios. Pela riqueza de recursos e conformidade com os padrões, ele é um SGBD (Sistema Gerenciador de Base de Dados) muito adequado para o estudo acadêmico do modelo relacional, além de ser uma ótima opção para empresas implementarem soluções de alta confiabilidade sem altos custos de licenciamento. É um programa distribuído sob a licença BSD, o que torna o seu código fonte disponível e o seu uso livre para aplicações comerciais ou não.

O PostgreSQL foi implementado em diversos ambientes de produção no mundo, entre eles, um bom exemplo de seu potencial é o banco de dados que armazena os registros de domínio .org, mantido pela empresa afiliada.

### **3.1.4 O POSTGIS**

PostGIS é uma extensão ao sistema de banco de dados objeto-relacional PostgreSQL, que permite o uso de objetos GIS (Sistemas de Informação Geográfica) serem armazenados em banco de dados. O PostGIS inclui suporte

para índices espaciais GiST-based R-Tree e funções para análise e processamento de objetos GIS.

O PostGIS foi desenvolvido pela Refrations Research Inc, como uma tecnologia de banco de dados espacial no projeto de pesquisa. Refrations Research é uma companhia de consultoria em GIS e banco de dados localizada em Victoria, British Columbia, Canadá, especializada em integração de dados e desenvolvimento de software customizado.

O PostGIS versão 1.5 juntamente com o PostgreSQL versão 8.4 foi a combinação de ferramentas escolhida, como ilustra a Figura 7, para o armazenamento, a análise e o tratamento do dados espaciais coletados pelos módulos de rastreamento.

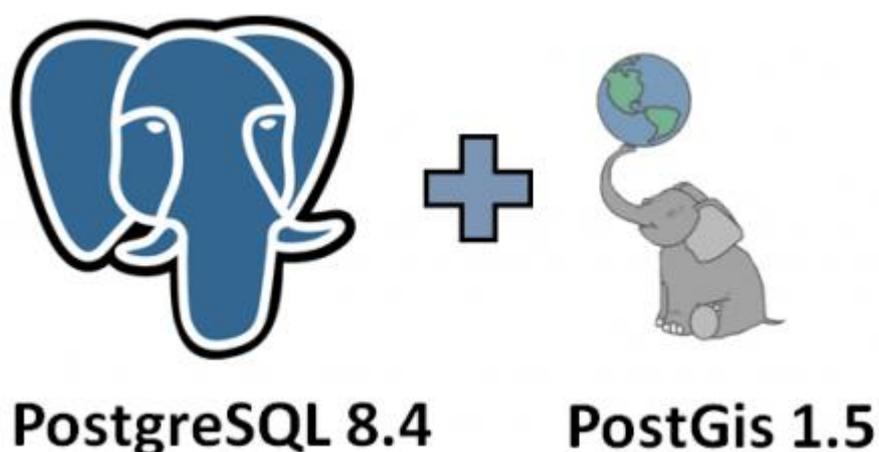


Figura 7- Imagem ilustrando a combinação das ferramentas PostgreSQL versão 8.4 com seu plugin para manipulação de dados espaciais PostGis versão 1.5

## 3.2 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVA

A linguagem de programação Java é relativamente recente, introduzida em 1992, e apresenta muitas características das linguagens existentes até então. Seu modelo de objetos é um conceito herdado de Objective-C, a herança simples do Smalltalk e algumas características como multiprogramação leve das linguagens C e C++ . Tyma (1998, P.96).

Dois fatores foram fundamentais para o seu crescimento. Lobosco; Amorim; Loques (2002, p.89). O primeiro deles diz respeito a sua sintaxe, que é muito similar a de linguagens largamente conhecidas, como a C++, porém incorporando programação com múltiplos fluxos de execução, sincronização e comunicação por rede sem necessitar de bibliotecas externas.

O segundo fator de destaque do Java aborda as suas propriedades que ajudam no desenvolvimento de aplicações para a Internet. Dessa forma, essa linguagem foi integrada aos navegadores Web e sua portabilidade é muito conveniente para aplicações que rodam em um ambiente heterogêneo.

O Java tem emergido como uma das linguagens mais utilizadas entre as linguagens orientadas a objetos para o desenvolvimento de aplicações de propósito geral. Através dos conceitos de orientação a objetos, tornou-se muito mais fácil a organização das idéias para escrever um programa.

Cada classe Java pode ser modelada para um trabalho específico e as propriedades de herança e polimorfismo do Java geram flexibilidade e clareza necessários para o desenvolvimento e manutenção de grandes sistemas.

O sistema FullTime faz uso da linguagem Java justamente para possibilitar uma interface de programação de alto nível, amigável e intuitiva. Java tem se

destacado para a construção de aplicações corporativas distribuídas. Nessa mesma linha, também pode se observar que cada vez mais são utilizados agregados como plataforma de execução para tais aplicações. No caso da FullTime, a plataforma de execução adotada é o JBoss 5.1, da empresa Red Hat, apresentado na próxima sessão. A linguagem Java também foi adotada visto a sua crescente utilização perante a comunidade científica, em especial para a construção de aplicações portáteis alto desempenho.

Com esse cenário de crescimento, tem-se investido grandes esforços com o intuito de aumentar o desempenho da execução de aplicações Java. Atualmente, já é possível executar aplicações Java com um desempenho muito similar àquelas compiladas diretamente para código nativo de máquina. Maassen (2001, p. 237).

O Java se destaca pela característica multiplataforma, permitindo portabilidade entre diferentes arquiteturas de máquinas e sistemas operacionais. A principal questão inerente à portabilidade de Java está relacionada à sua representação em arquivos executáveis, feita através de bytecodes.

Um bytecode é o produto da compilação de um programa fonte Java para uma arquitetura independente de máquina. Este arquivo pode ser executado sobre quaisquer plataformas que tenham uma implementação da máquina virtual Java, ou JVM (Java Virtual Machine), Kazi (2000, p.41). O termo virtual em JVM se deve ao fato de ser implementada em software sobre uma plataforma de hardware existente.

Dessa forma, o fato de implementar JVMs sobre diferentes plataformas é o que faz a linguagem Java ser portátil. Não se limitando a escrita de aplicações sequenciais, Java também tem se mostrado uma boa ferramenta para a programação paralela e distribuída. Ela oferece mecanismos nativos para trabalhar com múltiplos fluxos concorrentes em execução (threads) e com troca de

mensagens, Getov (2001, p.89). Para isso, ela não necessita de um sistema externo acoplado à linguagem, caso da linguagem de programação C, que utiliza bibliotecas complementares para oferecer tais funcionalidades, como, por exemplo, a Pthreads, em Nichols, Buttlar, Farrell (1996, p.56) e a Mpi, em Dongarra (1995, p.168). O Java facilita a programação concorrente através da existência de métodos e de classes especiais para tal finalidade.

Para se criar um novo fluxo concorrente, o programador deve simplesmente instanciar um objeto de uma classe que derive daquele padrão Java que trata com fluxo de execução (`java.lang.Thread`) e invocar o método especial para executar o código desse novo fluxo. Dessa forma, pode-se facilmente criar servidores que manipulem com vários fluxos em execução, simplificando a tarefa de escrever programas paralelos. A distribuição padrão do Java oferece sistemas para operar com memória distribuída como o sistema de soquetes e de RMI (Invocação Remota de Métodos).

O sistema de soquetes provê mecanismos de conexão e troca de mensagens entre dois computadores, podendo ser utilizado para a construção de aplicações com interações em comunicação simples em rede. Já o sistema RMI possibilita um tipo específico de interação: a invocação e o retorno de um método. Todavia, ele apresenta uma interface de mais alto nível, escondendo do programador os tópicos da conexão e do transporte dos dados. Ainda sobre as características dessa linguagem, merecem destaque a coleta de lixo automática e a introspecção de objetos. O Java desaloca automaticamente da memória os objetos que não são referenciados por nenhum outro presente na instanciação da máquina virtual. Assim, o programador não precisa se preocupar com o gerenciamento de memória, proporcionando maior simplicidade para a escrita de aplicações.

A respeito da introspecção, o Java oferece métodos para conhecer a classe, campos e métodos, de um objeto qualquer. Isso permite que sejam chamados métodos e atualizados os campos de um objeto sem se conhecer o nome ou o tipo do objeto no momento da programação. A introspecção também é útil para montar o grafo dos campos de um objeto e mensurar a memória total por ele ocupada. A linguagem Java é empregada nos mais diversos ramos da computação. A sua utilização, por exemplo, pode compreender a escrita de programas simples bem como o desenvolvimento de sistemas complexos para centros de dados, programação paralela e distribuída, servidores corporativos ou processamento de páginas Web, Maassen (2001, p.34). Através da interface Web intuitiva de um navegador, pode-se lançar sistemas Java que realizem o processamento de grande quantidade de cálculos numéricos e simulações, processamento de imagens, interações com bancos de dados e que utilizem RMI para realizar a computação distribuída entre diferentes máquinas em um sistema controlado.

O Java também se destaca pela sua utilização no desenvolvimento de applets, que são pedaços de código Java executando em um ambiente de navegador. Eles utilizam classes Java para a geração de gráficos e normalmente estão associados a alguma computação específica.

Em geral, um ponto em que Java é criticado é quanto ao seu desempenho para a execução de aplicações. Rob Van Nieuwpoort (2002) comentam que a sobrecarga de comunicação do Java pode ser de uma a duas vezes maior do que bibliotecas de baixo nível. Em virtude da crescente popularidade de Java, vêm sendo investidos grandes esforços para que o problema do desempenho seja amenizado. Nesse sentido, as distribuições atuais de máquinas virtuais Java fazem uso da compilação de trechos de um arquivo bytecode em tempo de execução,

juntamente com a técnica padrão de interpretação em outros trechos. Kazi (2000, p.49).

### **3.3 AMBIENTE DE EXECUÇÃO – JBOSS 5.1**

Um servidor de aplicações ou em inglês, application server, é um servidor que disponibiliza um ambiente para a instalação e execução de certas aplicações. Os servidores de aplicação também são conhecidos como software de middleware.

O objetivo do servidor de aplicações é disponibilizar uma plataforma que abstraia do desenvolvedor de software algumas das complexidades de um sistema computacional. No desenvolvimento de aplicações comerciais, por exemplo, o foco dos desenvolvedores deve ser a resolução de problemas relacionados ao negócio da empresa, e não de questões de infraestrutura da aplicação.

O servidor de aplicações responde a algumas questões comuns a todas as aplicações, como segurança, garantia de disponibilidade, balanceamento de carga e tratamento de exceções. Devido à popularização da plataforma Java, o termo servidor de aplicação é frequentemente uma referência a "Servidor de aplicação JEE - Java Enterprise Edition". Como mencionado, a linguagem de programação destes softwares é o Java. Os módulos Web são em geral implementados através de servlets e JSP – Java Server Pages e a lógica de negócio através de EJBs – Enterprise Java Bean, que são módulos utilizados para a execução de serviços. A plataforma JEE disponibiliza padrões para os containers Web e EJB.

O JBoss é o servidor de aplicação Java mais utilizado no mercado. Uma plataforma Java certificada para desenvolvimento e implementação de aplicações corporativas, o JBoss Application Server suporta APIs tradicionais do Java EE e

ainda oferece maior desempenho e escalabilidade, graças a avançados recursos de replicação. O servidor é uma plataforma Java completa porque integra o Apache Tomcat com sua web contêiner e inúmeras funcionalidades, como cache de dados, criação de cluster, sistema de mensagem, transações e um conjunto integrado de web services que simplificam o desenvolvimento.

É em cima do JBOSS, mais precisamente em sua versão 5.1, que todos os algoritmos da FullTime são executados, o que motivou a sua aplicação também para o classificador de riscos proposto neste trabalho.

## **3.4 LÓGICA FUZZY**

### **3.4.1 CONCEITUANDO LÓGICA FUZZY**

A Lógica Fuzzy (ou Nebulosa) é a metodologia que se preocupa com os princípios formais do raciocínio aproximado. O objetivo é modelar os modos imprecisos do raciocínio que têm um papel fundamental na habilidade humana de tomar decisões. Lógica Nebulosa é uma ferramenta capaz de capturar informações imprecisas, descritas em linguagem natural, e convertê-las para um formato numérico. Sua potencialidade está em fornecer os fundamentos para efetuar um raciocínio aproximado, com proposições imprecisas, usando a teoria de conjuntos nebulosos como ferramenta principal.

A lógica fuzzy foi introduzida no contexto científico em 1965 pelo professor Lotfi Zadeh, através da publicação do artigo Fuzzy Sets no journal Information and Control. De acordo com os estudos de Cox (1995, p.239), os conceitos básicos que justamente diferenciam a lógica fuzzy da lógica booleana já existiam anteriormente a

Aristóteles. No século XIV, William Ockham indagava sobre tais conceitos. Já no século XX, Max Black e posteriormente Jan Lukasiewicz aprofundaram-se ainda mais no estudo da assim chamada lógica nebulosa. Assim, com o passar dos anos, a lógica fuzzy encontrou aplicação em uma infinidade de áreas, através das quais tem mostrado sua capacidade de adaptação e facilidade de interface com o ser humano.

Conforme Von Altrock (1996, p.77), pode-se encontrar aplicação para a lógica fuzzy em diversas áreas como: avaliação de crédito, controle de fluxo de caixa, análise de risco, controle de estoques, avaliação de marketing, avaliação de fornecedores, controle de qualidade, otimização de inventários, etc.

Porém diversas outras aplicações recentemente foram alcançadas segundo Yen, Langari e Zadeh (1994, p.25). São elas: controle automático de máquinas e equipamentos (controle de elevadores, tráfego automotivo, controle automático de foco em câmeras fotográficas, sistemas de acionamento robotizado, etc.), otimização de processos produtivos, dentre outros.

A lógica fuzzy foi citada por Pinho (1999, p.36) como um novo ramo da matemática, tendo como ponto fundamental a representação da lógica e da racionalidade humana na resolução de problemas complexos, Von Altrock (1996, p. 60). Chiu e Park (1994, p.162) afirmam que conforme o grau de incerteza de um problema aumenta a capacidade de descrição de um modelo para resolução do mesmo decresce. Assim sendo, fez-se necessário o surgimento de uma teoria que fornecesse subsídios para a resolução de problemas com alto grau de incerteza, sem que informações importantes se perdessem durante a manipulação dos dados por incapacidade do modelo matemático em lidar com a incerteza inerente ao mesmo. Neste contexto, a lógica fuzzy é definida por Cox (1995, p. 240) como

sendo capaz de combinar a imprecisão associada aos eventos naturais e o poder computacional das máquinas para produzir sistemas de resposta inteligentes, robustos e flexíveis.

Kaufmann e Gupta (1988, p.252) afirmam que a lógica fuzzy é composta por conceitos e técnicas que dão a forma matemática ao processo intuitivo humano, que na sua grande maioria é caracterizado pela imprecisão e ambiguidade.

Von Altrock (1996, p. 5) enfatiza que a lógica fuzzy permite o desenvolvimento de sistemas que representam decisões humanas, onde a lógica e a matemática convencional (booleana) se mostram insuficientes ou ineficientes. Portanto, nota-se a preocupação ao definir a conceituação da lógica fuzzy em demonstrar seu objetivo principal, que é aproximar a maneira tal qual o ser humano relaciona dados para gerar uma resposta aproximada ao problema relacionado.

Assim, espera-se através de um modelamento matemático baseado no conhecimento intuitivo humano, resolver problemas complexos, compostos por variáveis cuja informação contida é incerta e/ou imprecisa, de uma maneira organizada e com uma confiabilidade expressiva.

### **3.4.2 APLICAÇÕES COMERCIAIS**

São apontados como principais aplicações da Lógica Fuzzy:

- Controle
  - Controle de Aeronaves (Rockwell Corp.)
  - Operações do Metrô de Sendai (Hitachi)
  - Transmissão Automática (Nissan, Subaru)

- Space Shuttle Docking (NASA)
  
- Otimização e Planejamento
  - Elevadores (Hitachi, Fujitech, Mitsubishi)
  - Análise do Mercado de Ações (Yamaichi)
  
- Análise de Sinais
  - Ajuste da Imagem de TV (Sony)
  - Autofocus para Câmera de Video (Canon)
  - Estabilizador de Imagens de Video (Panasonic)

A lógica fuzzy ou a teoria dos “Conjuntos Nebulosos (Fuzzy Set)” tem-se mostrado bastante adequada para tratar imperfeições nas informações colhidas.

### 3.4.3 CONJUNTOS FUZZY

Um conjunto fuzzy é uma função que permite a entrada de um valor escalar e fornece como saída um número entre zero e um, que representa o grau de pertinência ( $\mu$ ) da entrada ao conjunto fuzzy. Por exemplo, podemos definir o conjunto de pessoas altas com dois diferentes tipos de função, como mostrado na Figura 8.

Para este caso, na função fuzzy, pessoas com altura menor que 1,70m possuem grau de pertinência 0 em relação ao conjunto de pessoas altas, ou seja, não são definitivamente altas. Pessoas com altura maior que 1,90m possuem grau de pertinência 1 em relação ao conjunto de pessoas altas, ou seja, são

definitivamente altas. Já pessoas com altura entre 1,70 m e 1,90 m possuem algum grau de pertinência ( $0 < \mu < 1$ ) ao conjunto de pessoas altas.

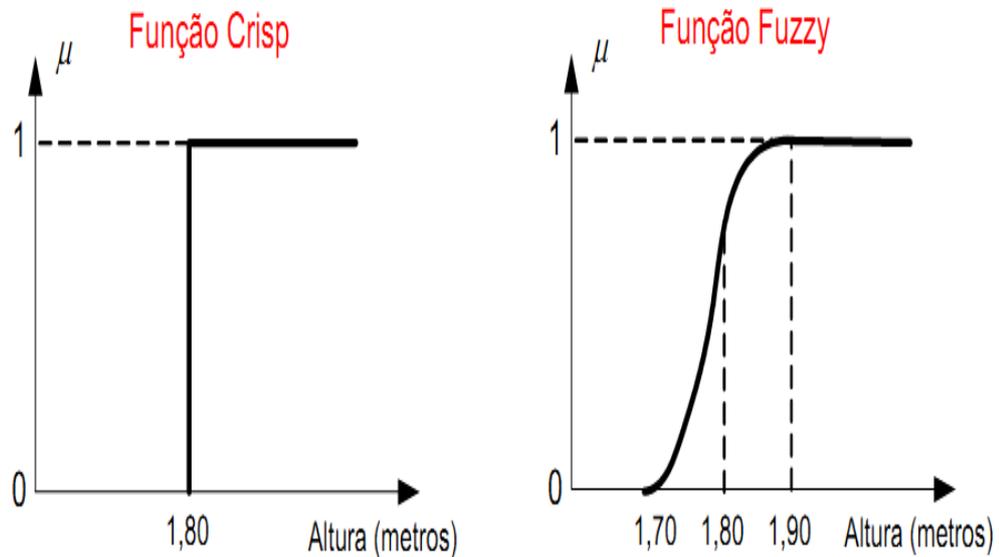


Figura 8 - Diferença entre funções para a lógica Crisp e a lógica Fuzzy

Outro exemplo, caracterizando a idade de um conjunto de pessoas de meia idade, é apresentado na Figura 9. Nele é possível observar que pessoas com idade a partir de 30 anos já começam a possuir algum grau de pertinência dentro do conjunto de pessoas de meia idade, enquanto pessoas com 40 a 50 anos possuem grau 1 de pertinência, ou seja, certamente são pessoas de meia idade. Já as que possuem entre 50 e 60 começam a ter seu grau de pertinência reduzido, pois já adentram a outro conjunto de pessoas que poderia ser caracterizado como idosas.

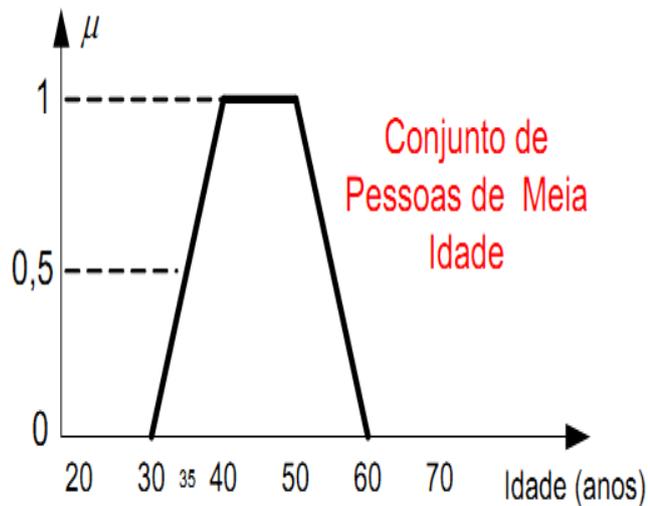


Figura 9 - Caracterização do conjunto de pessoas de meia idade (lógica fuzzy)

### 3.4.4 SISTEMAS FUZZY

Um sistema fuzzy lida com conjuntos fuzzy para fazer as tarefas de “fuzzyficação” dos valores escalares do mundo real, para que possam ser manipulados como entidades linguísticas (pessoas altas, ou de meia idade como nos casos apresentados) e, após a aplicação de regras de inferência, que lidam com essas entidades linguísticas, produzir através de um processo chamado “defuzzyficação”, novamente valores escalares que se apliquem ao mundo real. O modelo pode ser representado como na Figura 10.

As regras combinam variáveis linguísticas (quente, alto, barato, etc.), quantificadores (muito, pouco, extremamente, etc.), operadores lógicos (E, OU, NÃO) e de implicação (SE ENTÃO).

Por exemplo:

- SE temperatura é muito quente E fluxo é baixo ENTÃO gire a torneira muito à direita
- SE temperatura é morna E fluxo é médio ENTÃO gire a torneira um pouco à esquerda

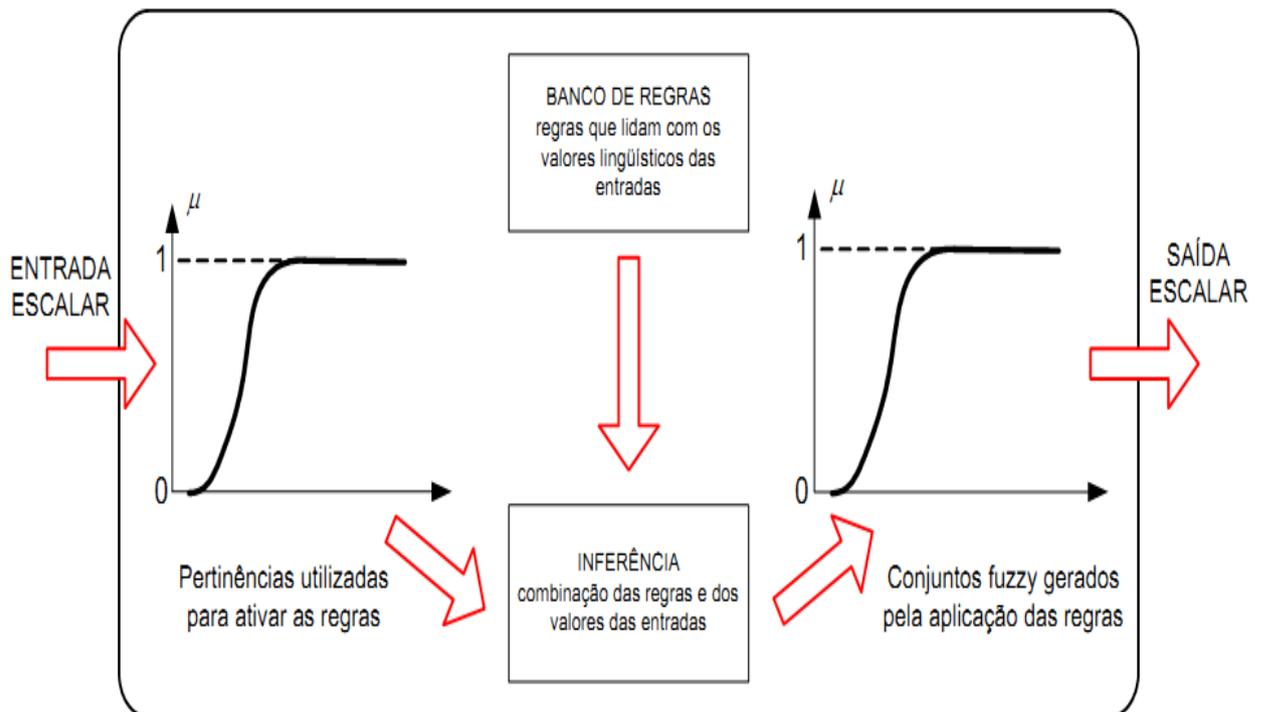


Figura 10 - Modelo de Fuzzyficação e Defuzzyficação

A defuzzificação combina os valores produzidos pelas diversas regras que tenham sido acionadas para uma determinada entrada, produzindo, a partir da combinação dos conjuntos fuzzy uma saída escalar adequada.

### 3.4.5 CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS DO SISTEMA FUZZY

A lógica fuzzy trabalha com propriedades que possuem valores contínuos que podem ser particionados. Cada uma dessas partições possui nomenclaturas distintas e podem ainda se sobrepor. Por exemplo, com 35 anos uma pessoa pode, ao mesmo tempo, pertencer ao conjunto de pessoas de meia idade e ao conjunto de pessoas jovens (com diferentes graus de pertinência a cada um dos conjuntos representados por estas denominações linguísticas). Além disto, ela trabalha com imprecisão e não com ambiguidade, exemplo: se a comida está quente então...

É necessário saber se quente se refere à temperatura ou à quantidade de tempero (a técnica fuzzy não lida com este tipo de ambiguidade do conceito linguístico). Seu uso também permite elaborar regras que manipulam conceitos conflitantes (oriundos de especialistas distintos). Por exemplo:

- Se vendas estão baixas então abaixe o preço (Marketing)
- Se vendas estão baixas então aumente o preço (Finanças)

Pela generalidade permitida na elaboração das regras, são necessárias menos regras para resolver um problema (e regras mais intuitivas), do que com a técnica de Sistemas Especialistas, onde todas as possibilidades possíveis precisam ser pré-estabelecidas de maneira precisa.

Permite ainda criar regras que manipulam incertezas de forma a gerar diferentes valores de saída para diferentes entradas, ao contrário de Sistemas Especialistas que geram um mesmo valor com graus de confiança diferentes.

Exemplo:

- Fuzzy: se temperatura é alta então diminua chama.
- Sistema Especialista: se temperatura  $> 120^{\circ}$  então chama = baixa.

Outra vantagem é que tratam de forma fácil e intuitiva problemas altamente complexos que dependem de relações não lineares entre as variáveis (o que dificultaria a obtenção de modelos matemáticos).

A proposta apresentada neste trabalho faz uso de um sistema fuzzy exatamente para criar um modelo matemático, baseado em regras oriundas de especialistas conhecedores das condições propensas a aumentar ou diminuir o risco do bem assegurado, que proporcione um alto grau de confiabilidade nos resultados gerados mesmo que com poucas regras.

Exemplo:

- Se tempo em região A é muito alto e região A é perigosa ENTÃO o risco de roubo é alto.
- Se região B é calma e tempo em região B é alto ENTÃO o risco de roubo é baixo.

Como se observa acima é possível de uma maneira muito clara e objetiva, extrair informação através de regras simples, utilizando apenas duas variáveis, neste caso, tempo e nível de risco da região.

## CAPÍTULO 4

### 4 O QUE É GERENCIAMENTO DE RISCO

#### 4.1 GERENCIAMENTO DE RISCO

O gerenciamento de risco é o ato de identificar e classificar situações de risco, para posterior tomada de decisões que minimizem o efeito adverso que perdas acidentais possam ter sobre uma organização. Em relação a perdas acidentais, estas vão desde uma pequena avaria em um equipamento até um incêndio de grandes proporções. O processo de gerenciamento de riscos estrutura-se nas seguintes etapas:

- Identificação de riscos: envolve o conhecimento do processo produtivo e os possíveis tipos de problemas que um acidente no mesmo acarretaria à organização.
- Análise de risco: identifica as ferramentas que podem ser utilizadas para avaliação e tratamento de risco, permitindo que estas atividades sejam realizadas com um elevado nível de profissionalismo. Conforme reportado em Morgado (1995, p.78) algumas das ferramentas mais utilizadas neste contexto são:
  - Série de Riscos (SR) .
  - Análise Preliminar de Risco (APR) .
  - Análise de Modos de Falhas e Efeito (AMFE).
  - Técnicas de Incidentes Críticos (TIC).

- Análise de Árvore de Falha (AAF) .
- What If / Check List (WIC).
- Estudo de Operabilidade e Risco(HAZOP) .
- Avaliação de riscos: uma vez identificados os riscos e escolhidas as ferramentas para avaliação do mesmo, avalia-se seu impacto: financeiro, econômico, social e ambiental na organização. Esta etapa é um exercício orientado para classificação do risco e para a quantificação da probabilidade de ocorrência do mesmo. Assim sendo, avalia-se as conseqüências que a ocorrência do mesmo pode acarretar para a região e para aqueles que dependem direta e indiretamente da organização produtiva.
- Tratamento de riscos: Com a identificação, análise, avaliação e classificação dos riscos, é desenvolvido um conhecimento sobre a vulnerabilidade da organização. Neste estágio identificam-se as formas possíveis de se tratar os riscos, determinando-se então o tratamento adequado para os mesmos, buscando:
  - Evitar a consumação do risco
  - Reduzir as possibilidades para a consumação do risco
  - Assumir o risco por auto adoção
  - Transferir o risco a terceiros
  - Contratar seguros

Ainda no contexto do gerenciamento de riscos são definidos os seguintes termos:

- Assumir um risco por auto adoção: quando uma empresa não constitui uma reserva, como um fundo para cobrir uma eventual perda.

- Transferir os riscos a terceiros: acordo firmado entre a organização e terceiro, pelo qual este compromete-se a indenizar prejuízos sofridos pela organização. Uma das maneiras de se conseguir isto é pela transferência contratual para o financiamento de risco.
- Contratar seguros: obtenção de uma apólice de seguro pela empresa, segundo a qual a empresa adquire o direito de receber indenização caso venha a sofrer um determinado prejuízo, que tenha ocorrido de acordo com os termos da apólice.

Após os riscos terem sido identificados, analisados, avaliados e tratados, estes podem ser classificados.

A cada instante há um sinistro ocorrendo em algum lugar do país, o risco existe e é permanente. Estes riscos atingem profissionais envolvidos, ou simplesmente pessoas comuns que necessitam de segurança pessoal e patrimonial buscar reduzir ao máximo os riscos. Considerando este contexto, com índices elevadíssimos de fraude, acidentes e roubos, o grande desafio é fornecer as ferramentas de controle logístico necessárias aos procedimentos de segurança que obtenham sucesso na função logística e na garantia de que o produto/cliente chegue ao lugar certo, no prazo estabelecido, sem avarias ou alterações de qualidade e com o menor custo.

A gestão eficiente de riscos causa impactos diretos tanto no preço final do produto/serviço e, portanto, em sua competitividade, quanto na imagem da empresa, principalmente quando estão envolvidas questões ambientais e de responsabilidade social.

A proposta é desenvolver uma ferramenta que, lado a lado com os Gerenciadores de Riscos, possibilitem ajudar seus clientes na gestão eficaz, além de permitir a visibilidade do processo de transporte por meio da divulgação on-line de informações logísticas.

Baseado na premissa acima, se pretende apresentar uma ferramenta sob medida para as empresas/pessoas que se deslocam em várias áreas, repetidas vezes ou não, com vários níveis de riscos, visando o gerenciamento dos mesmos nas dinâmicas do transporte de mercadorias/pessoas. Para cada nível de ameaça identificado é proposta uma resposta preventiva equivalente, garantindo uma solução com custo mínimo.

## **4.2 OS PILARES DO MODELO DE GESTÃO DE RISCOS**

- Seleção e capacitação das pessoas envolvidas no processo;
- Utilização do sistema com software e hardware que possuem as ferramentas tecnológicas mais apropriadas à operação a ser gerenciada;
- Procedimentos claros e práticos;
- A escolha de um gerenciador de riscos qualificado e experiente para a captação, recepção, tratamento e operação das informações a serem tratadas;
- Auditorias periódicas em todos os grupos envolvidos no gerenciamento de risco.

### **4.3 OBJETIVOS DO GERENCIAMENTO DE RISCOS**

Os principais objetivos do gerenciamento de risco num processo logístico são:

- Identificação e redução dos riscos existentes no transporte de cargas/pessoas;
- Modelo de rastreamento personalizado;
- Diminuição do preço final do produto com a gestão eficaz de riscos;
- Facilitar o acesso e tratamento das informações coletadas.

### **4.4 O RISCO MORAL (MORAL HAZARD)**

O risco moral ou perigo moral ocorre quando os agentes econômicos, que têm um bem segurado, podem influir na probabilidade ou magnitude do pagamento ligado ao evento. Em decorrência do risco de prejuízo ser mínimo ou nenhum, ou seja, zero ou quase zero, eles mudam seus comportamentos passando a não se preocuparem com o bem em questão.

Entretanto, este risco quase zero para o segurado é assumido pelas seguradoras a partir do momento em que o seguro é efetuado, ou seja, após a assinatura do contrato a seguradora assume o risco decorrente das ações não observadas do segurado. Precavendo-se quanto à ocorrência de furtos, roubos e incêndio entre outros sinistros, algumas pessoas procuram cobertura para seus bens.

Entretanto muitos destes indivíduos mudam de comportamento quando sendo segurados. Chegam ao ponto de “relaxar” e, na maioria das vezes, diminuem os cuidados em relação ao objeto do seguro, passando a contribuir, ainda que de forma não intencional (involuntariamente), para a ocorrência do sinistro. Tudo isso pelo motivo do risco ter mudado de mãos, passando a ser coberto a partir da assinatura do contrato pelas seguradoras.

Assim, diante da segurança oferecida pela seguradora, que proporcionará a cobertura por qualquer dano ocorrido ao bem, o indivíduo percebe que o seu risco de perda na operação é mínimo, quase zero. E deixa de tomar cuidados que faria caso não possuísse o seguro. O que é racional, pois como o mesmo já fez o pagamento do prêmio cobrado pelas seguradoras, torna-se desnecessário, em sua visão, despender outros custos como a compra de um dispositivo de segurança para seu veículo, por exemplo.

Entretanto, o pior acontece quando ele percebe que pode lucrar com o acontecimento do sinistro, com o recebimento da indenização, tendo em vista uma possível desvalorização do seu bem. Conseqüentemente o interesse em tomar algumas medidas de segurança diminui, o que aumenta a probabilidade do sinistro acontecer.

O problema do risco moral, que tem de ser assumido pelas seguradoras não prejudica a oferta do seguro, entretanto os preços das apólices aumentam significativamente. Como as pessoas vão se descuidar da guarda de seus veículos a frequência de roubos, furtos e acidentes de trânsito devem aumentar (índice de sinistralidade aumenta), o que eleva os custos das seguradoras e as obriga a majorar o valor dos prêmios cobrados pelos seguros.

Nesse caso, pode ocorrer o que a teoria econômica chama de seleção adversa, ou seja, as pessoas mais prudentes e que se cuidam mais de seus automóveis serão prejudicadas pelo aumento do seguro, com isso elas deixam de incorrerem nos custos do contrato do seguro de seus carros, o que resultará em prejuízo ainda maior para as empresas seguradoras.

Puelz e Snow (1994, p.39) testaram a presença de seleção adversa em uma companhia de seguros americana. A ideia deles era levar um perfil de risco observável pela seguradora e procurar uma correlação positiva entre segurado e níveis de cobertura de seguro. Eles concluíram que havia seleção adversa nas relações contratuais analisadas. Rothschild e Stiglitz (1976, p.12) dizem que a correlação entre segurado e cobertura de seguro deveria ser observada nos dados, mas Chiappori e Salanie (2004, p.190) dizem que esta mesma correlação também pode ser explicada através do risco moral ou até mesmo da aversão ao risco do segurado. A teoria sobre risco moral é bem compreendida, entretanto, falta evidência sobre sua existência. Chiappori e Salanie (2003, p.62) em seu trabalho apontam que a maioria da literatura empírica que avalia as implicações teóricas de informação assimétrica não investiga suas relações. Também que poucos estudos distinguem seleção adversa e risco moral. Chiappori e Salanie (2000, p. 67) mostraram que o teste realizado utilizando a metodologia de Puelz e Snow (1994, p.98) falhou ao distinguir entre seleção adversa e risco moral, pois se tem apenas uma visão global da presença de informação assimétrica. No trabalho de Chiappori e Salanie (2000, p.69), cujo estudo é feito com base no mercado de seguro de carro, testaram-se a hipótese de que a cobertura completa é escolhida por agentes econômicos com uma alta probabilidade de acidente, ou seja, a existência de uma alta correlação entre cobertura completa e maior probabilidade a acidentes.

Entretanto a existência desta grande correlação que poderia ser explicada pela existência da seleção adversa ou do risco moral dado o contexto de informação assimétrica peculiar no mercado de seguros, não foi confirmada. Os resultados foram negativos sugerindo que o mercado de seguro de automóveis francês, aonde foi realizado o estudo, não é atingido pela informação assimétrica. Em outro trabalho mais recente, Chiappori, Jullien e Salanie (2005, p.62), encontram uma evidência semelhante com uma colocação mais geral. Eles determinaram que o poder de mercado e a aversão ao risco do consumidor são os responsáveis pela baixa correlação entre cobertura e probabilidade de acidente. Dionne, Michaud e Dahchour (2004, p.53) separam o risco moral da seleção adversa no mercado de seguro de automóveis francês. Eles demonstraram que o resultado do teste dependeu principalmente de como o processo dinâmico entre interesse pelo seguro e a escolha do contrato é modelado. É fácil a percepção que uma das grandes causas de todo o estudo apresentado nos parágrafos acima é a falta de informação que as empresas de gerenciamento de risco e de apólices de seguros possuem em relação aos bens/produtos/clientes assegurados após o fechamento do contrato.

A partir desse contexto, o principal foco deste trabalho é apresentar uma ferramenta que proporcione dados relevantes para as empresas envolvidas no processo, auxiliando na tomada de decisão embasada em informações efetivamente relacionadas com o comportamento real dos assegurados, e não com dados secundários obtidos através do preenchimento de cadastros ou formulários que podem facilmente ser adulterados.

## **CAPÍTULO 5**

### **5 METODOLOGIA**

#### **5.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA**

A arquitetura proposta, apresentada na Figura 11, consiste na utilização de técnicas de inteligência artificial para analisar e avaliar o grau de risco de veículos em relação a roubo a partir dos dados coletados. Mais especificamente na utilização da lógica fuzzy como ferramenta principal. O sistema trabalha com uma malha fuzzy que fornece um valor diário ou por um período determinado baseado nas áreas de risco que o veículo trafegou Preti (2010). Com esse propósito é necessário uma análise minuciosa de todos os dados coletados pelos módulos de monitoramento instalados nos veículos, discriminando os exatos momentos em que cada um deles ultrapassou as fronteiras de regiões de risco pré-estabelecidas.

Portanto, a partir da quantidade de dados extremamente grande obtidos dos diversos usuários, que, em princípio, não contém informação fácil de extrair a olhos não treinados (apresentado na Tabela 2); fornecer um conjunto de dados que seja suficientemente simples para formar um perfil “padrão” através de informações primárias. Em seguida, classificar o grau risco associado ao veículo de forma rápida.

Como justificativa do emprego da lógica fuzzy, pode-se dizer que ela fará o papel do especialista em gestão de risco ou de seguradoras de veículos, analisando uma imensa massa de dados e, baseado em diversas regras de negócio, chegar a um grau de risco de cada um dos veículos analisados.

O classificador apresentado neste trabalho estabelece o perfil de utilização do veículo de acordo com as regiões pelas quais ele trafega. Com isso ele atua diretamente no sinistro de roubo, pois, uma vez sabendo por onde o veículo passou é possível analisar o grau de risco daquela região e, conseqüentemente, a probabilidade associada ao sinistro de roubo.

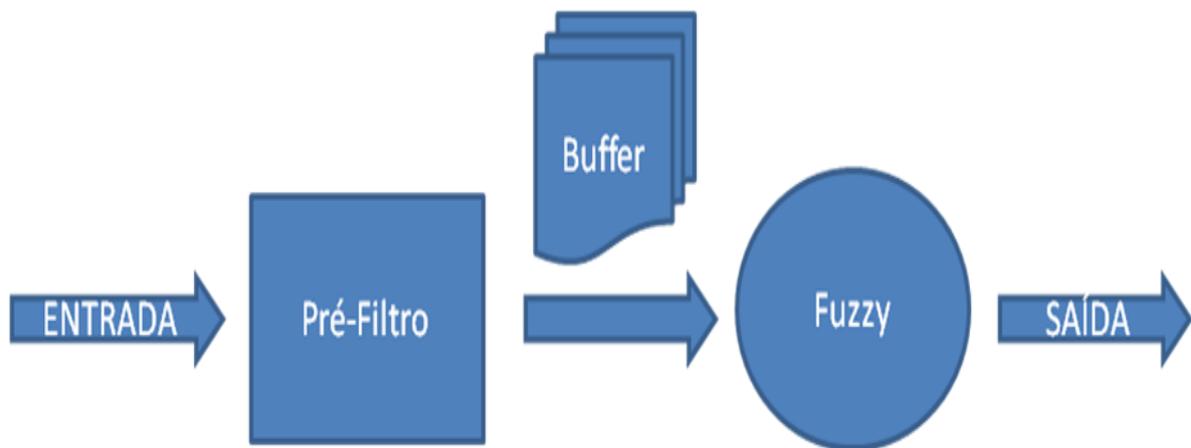


Figura 11- Arquitetura do Classificador

Para atuar no sinistro de colisão, é necessária uma análise mais aprofundada, independente de região de tráfego, que estabeleça se o motorista dirige o veículo de maneira perigosa ou de maneira mais tranquila. Para isso são necessárias as informações de velocidade, aceleração e de outros sensores instalados no veículo. Estes não são tratados no presente trabalho, porém ficam como sugestões de trabalhos futuros.

O classificador utiliza-se de informações de localização e informações de tempo para prever qual o grau de risco de cada veículo em função de quanto tempo ele passou dentro de cada região. Para isso é necessário uma pré-determinação das prováveis regiões em que o veículo possa trafegar.

Portanto, é necessário criar regiões dentro da área de tráfego do motorista, e classificar cada uma delas em pouco, regular ou muito arriscada. E mais do que isso, é necessário dizer qual o período de tempo em cada região, ou seja, qual é o tempo transcorrido dentro de uma região de alto risco, por exemplo, considerando-se esse período de tempo suficiente para classificá-lo com o perfil de risco alto.

Praticamente, esse é um trabalho que cada seguradora precisa fazer, pois cada uma pode ter uma noção de risco diferente. Caso contrário, todas ofereceriam o mesmo valor de apólices de seguros para um determinado cliente. Existem diversas maneiras de tratar dados e classificá-los. Constada o grau de incerteza e imprecisão na pré-classificação de regiões e períodos de tempo transcorridos por área, escolheu-se um classificador fuzzy como ferramenta final de análise de risco. Com isso, as variáveis linguísticas são usadas para quantificar as variáveis numéricas, deixando bem mais fácil a tarefa de extração das regras para cada veículo em particular.

Tabela 2- Amostra dos dados coletados e não tratados

Latitude	Longitude	Velocidade	Data
-22,427	-45,44728	25	16/03/2011 14:48:37
-22,42706	-45,44724	25	16/03/2011 14:48:38
-22,42713	-45,44719	27	16/03/2011 14:48:39
-22,42719	-45,44715	27	16/03/2011 14:48:40
-22,42726	-45,4471	28	16/03/2011 14:48:41
-22,42733	-45,44706	28	16/03/2011 14:48:42
-22,42741	-45,44701	30	16/03/2011 14:48:43
-22,42749	-45,44696	32	16/03/2011 14:48:44
-22,42757	-45,44692	34	16/03/2011 14:48:45
-22,42765	-45,44687	34	16/03/2011 14:48:46
-22,42774	-45,44681	35	16/03/2011 14:48:47
-22,42782	-45,44675	35	16/03/2011 14:48:48
-22,42791	-45,44671	36	16/03/2011 14:48:49
-22,428	-45,44666	36	16/03/2011 14:48:50
-22,42809	-45,44661	36	16/03/2011 14:48:51
-22,42818	-45,44656	36	16/03/2011 14:48:52
-22,42827	-45,4465	37	16/03/2011 14:48:53
-22,42835	-45,44645	38	16/03/2011 14:48:54
-22,42845	-45,44639	38	16/03/2011 14:48:55
-22,42854	-45,44635	39	16/03/2011 14:48:56
-22,42864	-45,44629	39	16/03/2011 14:48:57
-22,42872	-45,44625	37	16/03/2011 14:48:58

Essas regras precisam ser coletadas diretamente com um especialista, proveniente de uma seguradora, ou alguém que conheça as regiões e saiba como classificá-las e, conseqüentemente, determinar, por exemplo, o que é pouco, médio ou muito arriscado para cada região. Ou o que é pouco, médio ou muito tempo dentro de uma área de risco. Porém, como o objetivo desse trabalho é validar a metodologia de classificação de riscos, tanto as regiões predeterminadas, quanto as regras que determinam o grau de risco de cada uma delas foram criadas de maneira hipotética e acadêmica, emulando, obviamente, uma situação real.

## **5.2 DETALHAMENTO DA METODOLOGIA**

A metodologia proposta se baseia em um sistema de classificação de risco de veículos através de dados primários e não mais secundários como é feito atualmente. Os dados primários são coletados por um módulo de rastreamento instalado nos veículos automotores, que envia periodicamente informações de posição, data e hora, velocidade, aceleração e distancia percorrida em cada amostragem num período entre 1 segundo. O sistema proposto utiliza apenas os dados de posição, data e hora, pretendendo-se finalmente classificar o grau de risco em função desses dados tratados com técnicas de inteligência artificial.

Para a determinação de um único valor de grau de risco para cada cliente analisado, são necessárias várias etapas que vão desde a coleta de dados até a análise final dos resultados obtidos pela malha fuzzy.

### 5.2.1 PRIMEIRA ETAPA - COLETA DOS DADOS

Nesta etapa os dados são coletados pelo módulo de rastreamento, cuja tecnologia não é discutida a fundo nesse trabalho; e, posteriormente, enviados para um servidor via transmissão digital de dados, onde ficam armazenados, como apresentado na Figura 12.

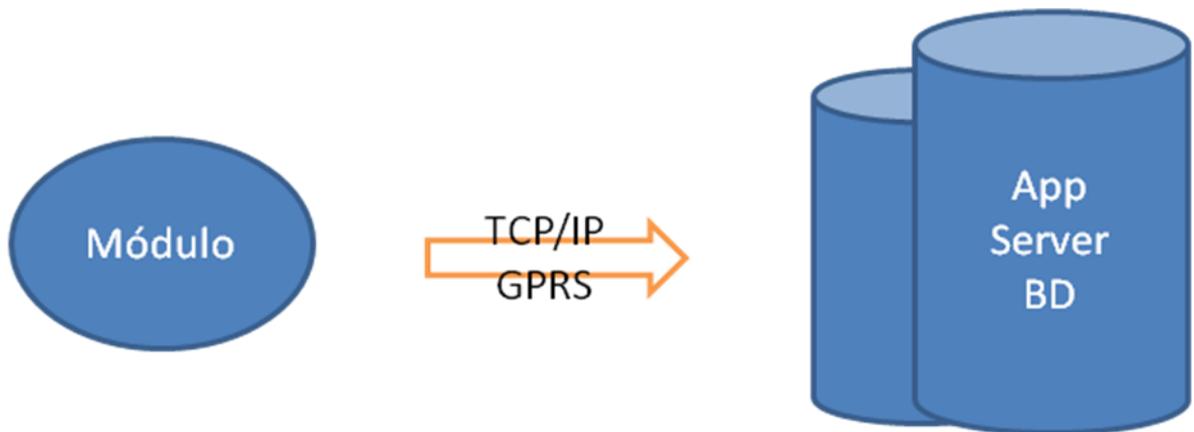


Figura 12 - Esquema de envio dos dados

Cada amostra enviada pelo módulo contém os dados de coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) e tempo (Data e Hora) necessários para a posterior classificação, dentre outros dados que não foram utilizados neste trabalho.

### 5.2.1.1 MODELAGEM DA BASE DE DADOS

Toda a estrutura da base de dados para suportar o armazenamento correto das informações coletadas pelos módulos de rastreamento já foi desenvolvido pela empresa FullTime. Essa estrutura, chamada de MER (Modelo Entidade e Relacionamento) é extremamente ampla, pois possui uma série de outras funcionalidades envolvidas. Como característica didática e acadêmica, para apresentação neste trabalho e facilidade de compreensão e entendimento, é apresentado apenas as entidades e relacionamentos referentes ao classificador de risco proposto. Desta forma é necessária uma estrutura para armazenar os veículos e suas informações básicas, e outra para armazenar os dados de posicionamento de cada veículo.

Resumidamente foram criadas duas estruturas como mostrado na Figura 13 e Figura 14, uma chamada de “Veiculo” e outra de “Registro”. A estrutura “Veiculo” contém um identificador único, chamado de ID, que identifica na base de dados cada um dos veículos monitorados, assim como sua placa para facilitar a contextualização com o mundo real.

A estrutura “Registro” possui um relacionamento com a estrutura Veiculo de muitos para um, ou seja, um “Veiculo” pode ter vários “Registros”. Além disso, um “Registro” possui sua data e hora de coleta, latitude e longitude (coordenadas geográficas) e outras informações que serão omitidas nesse trabalho por não terem sido utilizadas.



Figura 13 - Tabela usada para armazenamento de veículos

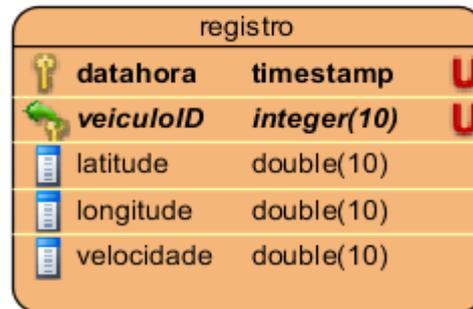


Figura 14 - Tabela usada para armazenamento de registros

Devido ao grande volume de informações armazenadas, é utilizada uma técnica de particionamento vertical de dados para proporcionar maior desempenho nas consultas à base de dados. Mais especificamente, um particionamento por faixa de valores (Range Partitioning), como sugere o guia: Oracle Database Administrator's Guide 10g. Um exemplo é mostrado na Figura 15. Nesse método os dados são mapeados para as partições segundo a faixa de valores da chave de partição estabelecida para cada uma dessas partições. Seu uso é indicado para situações em que a chave de partição apresenta valores contínuos para distribuição, como o tempo. No caso do trabalho proposto, é utilizado como chave de partição o campo que armazena a data e hora em que o registro é coletado.



Figura 15 - Exemplo de particionamento vertical por faixa de valores

Desta forma, é criada uma tabela do tipo “Registro” para cada dia de coleta, diminuindo assim o número total de registros em cada uma das tabelas ou partições, e, conseqüentemente, aumentando o tempo de resposta do sistema. A velocidade de resposta da base de dados é fundamental para a viabilidade ou não do classificador de risco, pois todos os dados coletados terão que ser analisados um a um como será mostrado futuramente.

## 5.2.2 SEGUNDA ETAPA – DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO

Nessa etapa cada região mapeada recebe um valor de risco, utilizando uma escala cujo critério pode ser definido pela própria empresa de seguros ou quem detém acesso ao sistema de análise, portanto, isto permite flexibilidade para análise posterior em casos diferentes. Um exemplo que se pode adotar são os níveis de risco variando de 0 a 10, onde uma possibilidade é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Exemplo de nível de risco das áreas

Área	Nível de Risco
Área 1	7
Área 2	3
Área 3	5
Área 4	1
Área 5	9

Para a criação de regiões, é necessário uma ferramenta capaz de criar polígonos, com vértices baseados em coordenadas geográficas (latitude e longitude) e, posteriormente, calcular se uma coordenada geográfica está ou não inserida nesse polígono. Para o trabalho, escolheu-se um plugin da base de dados PostgreSQL, chamado PostGis.

Uma das funcionalidades do PostGis é a criação de polígonos, com vértices ilimitados, baseados em coordenadas geométricas ou geográficas.

### 5.2.2.1 MODELAGEM DA BASE DE DADOS

A partir da estrutura chamada “Area\_risco” que armazena cada uma das regiões que serão analisadas pelo classificador, como mostrada na Figura 16, há um identificador exclusivo, chamado ID, que identifica na base de dados cada uma das áreas de risco, assim como um nome de fácil contextualização com o mundo real.

Também há um campo especial do tipo *geometry*, específico do plugin PostGis, que armazena as coordenadas geográficas na forma de polígonos.



Figura 16 - Tabela usada para armazenamento de Áreas de risco

### 5.2.3 TERCEIRA ETAPA – FILTRAGEM DOS DADOS

Nessa etapa os dados coletados pelo módulo são agrupados por região de risco em que se encontram. No final tem-se uma tabela indicando quanto o veículo permaneceu dentro de cada área de risco em um período de 24 horas. A Tabela 4 mostra um exemplo.

Tabela 4 - Permanência diária em cada área

Área	Tempo (h)	%
Área 1	3	12,5
Área 2	8	33,33
Área 3	4	16,67
Área 4	6	25
Área 5	3	12,5

Para se determinar se o registro está dentro ou fora de uma área de risco, que para o sistema nada mais é do que um polígono, são utilizadas funções específicas do PostGis, que retornam “sim” ou “não” de acordo com a coordenada geográfica analisada.

### 5.2.3.1 MODELAGEM DOS DADOS

Como o volume de informação é muito grande, não é possível armazenar todos os dados necessários para o cálculo sem prejudicar substancialmente o desempenho computacional. Para isso, são criadas três estruturas auxiliares para a armazenagem dos dados de tempo em cada região de risco e para cada veículo, como mostrado nas Figura 17, Figura 18 e Figura 19: uma estrutura chamada de “Aviso\_area\_risco”, que armazena a data e a hora que um determinado veículo entrou ou saiu de uma região de risco; outra estrutura chamada de “Periodo\_area\_risco”, que armazena os períodos dentro de uma área de risco de acordo com os avisos gerados para cada veículo, e ,por último, uma chamada “Calculo” que armazena as informações básicas do cálculo.

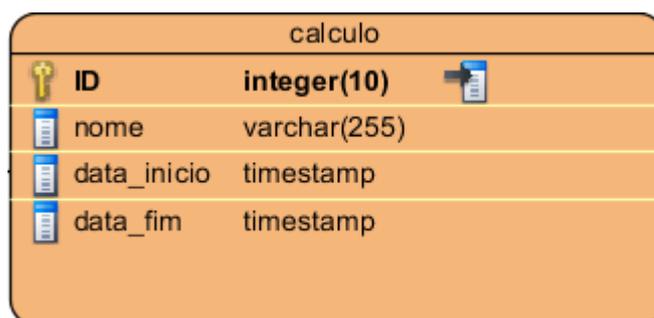


Figura 17 - Tabela usada para armazenamento de dados do cálculo

aviso_area_risco			
 <b>ID</b>	<b>integer(10)</b>	<b>U</b>	
 tipo	integer(10)		
 datahora	timestamp		
 area_riscoID	integer(10)		
 veiculoID	integer(10)		
 calculoID	integer(10)		

Figura 18 - Tabela usada para armazenamento de avisos de entrada ou saída de áreas de risco

periodo_area_risco			
 <b>ID</b>	<b>integer(10)</b>	<b>U</b>	
 tempo	double(10)		
 data	date		
 veiculoID	integer(10)		
 area_riscoID	integer(10)		
 calculoID	integer(10)		

Figura 19 - Tabela usada para armazenamento do período diário de cada usuário dentro de cada área de risco

Após percorrer todos os registros de cada veículo, é montada uma tabela, separada por dia, que mostra exatamente quantos minutos cada veículo permaneceu dentro de cada região de risco, como apresentado na Tabela 4.

## 5.2.4 QUARTA ETAPA – CLASSIFICAÇÃO FUZZY

Nessa etapa é necessário gerar as regras pelas quais o sistema fuzzy irá se basear para classificar o risco diário de tráfego do veículo de acordo com o tempo de permanência em cada região.

Um sistema fuzzy permite, por meio de regras, armazenar informações baseadas numa implicação do tipo: “SE <antecedente> ENTÃO <consequente>”. As regras podem ser inicialmente escritas por um especialista em seguros que, analisando a tabela apresentada na segunda etapa e agregando seu conhecimento em relação ao gerenciamento de risco consegue facilmente descrever situações como:

**SE tempo\_permanencia é ALTO E nivel\_risco\_regiao é ALTO, ENTÃO grau\_risco\_veiculo é ALTO**

**SE tempo\_permanencia é BAIXO E nivel\_risco\_regiao é BAIXO, ENTÃO grau\_risco\_veiculo é BAIXO**

**SE tempo\_permanencia é baixo E nivel\_risco\_regiao é alto, ENTÃO grau\_risco\_veiculo é MÉDIO**

A partir dessas regras, o sistema fuzzy consegue atribuir um grau de risco diário para o veículo em função do período de permanência em cada região. A utilização da malha de regras fuzzy proporciona uma flexibilidade muito grande para futuras melhorias e aperfeiçoamentos, pois uma vez que uma variável nova é definida, basta reajustar as regras antigas e criar novas para obter uma nova classificação.

Uma melhoria para a construção das regras seria atribuir mais variáveis ao sistema, como por exemplo, o período do dia, ou seja, se for dia a área possui um risco e se for noite possui outro.

Desta forma um exemplo de uma regra fica como:

**SE tempo\_permanencia é ALTO E nivel\_risco\_regiao é ALTO E periodo\_dia é noite, ENTÃO grau\_risco\_veiculo é MUITO ALTO.**

Os níveis de riscos diários devem fornecer informações que comporão uma base de dados com todas as informações dos diversos usuários monitorados e, a partir de então, formar um banco de dados geral que permitirá classificar um usuário em um nível de risco qualquer. Cabe ressaltar que os diversos agentes dispõem de critérios particulares para aceder ou não a uma provável classificação de risco, portanto, o banco de dados obtido é extremamente útil, pois fornecerá ao avaliador uma classificação quanto ao grau de risco associado a um usuário, baseado no histórico diário de vários usuários.

No modelo Mamdani (Silva, 2005-2006) o processamento é do tipo inferência MAX-MIN que corresponde às operações de união e intersecção fuzzy (operadores máximo e mínimo). A composição de todas as regras ativadas é, então, realizada através da união fuzzy. A transformação dos conjuntos fuzzy de saída em valores numéricos podem ser obtidos por diversos métodos, como o Centro de Gravidade ou Centróide. Nesse método o valor numérico obtido representa o centro de gravidade da distribuição de possibilidade de saída do sistema fuzzy. Para efetuar o calculo é necessário seguir as etapas abaixo.

a) determinar a abscissa do ponto centróide para cada saída ativada na inferência.

- b) calcular a área entre o grau de pertinência e o eixo x para cada saída ativada.
- c) calcular a média ponderada dos pontos centróides pelas respectivas áreas.

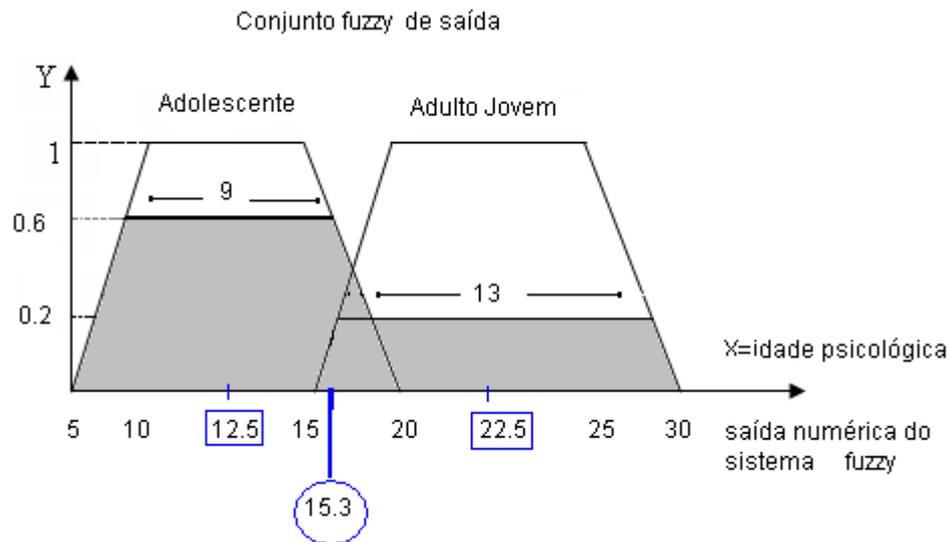


Figura 20 - Desfuzzificação utilizando o método do centro de massa

O cálculo para a obtenção do centróide (Figura 2) é descrito a seguir:

Adolescente:

a) no eixo x o centróide é: ponto A = 12.5

b) para calcular a área do trapézio é necessário encontrar a base menor.

Então para o grau de pertinência 0.6 encontram-se os pontos (8;0.6) e (17;0.6) nas respectivas funções de pertinência. Logo a base menor tem tamanho igual a 9 e a base maior é igual a 15. Dessa forma a área resulta em  $área A = 0.6 (9+15)/2 = 7.2$

Adulto Jovem:

a) no eixo x o centróide é: ponto B = 22.5

b) para calcular a área do trapézio é necessário encontrar a base menor.

Então para o grau de pertinência 0.2 encontram-se os pontos (16;0.2) e (29;0.2) nas

respectivas funções de pertinência. Logo a base menor tem tamanho igual a 13 e a base maior é igual a 15. Dessa forma a área resulta em  $\text{área B} = 0.2 (13+15)/2 = 2.8$

$$\text{Média ponderada} = [12.5 (7.2) + 22.5 (2.8)] / (7.2 + 2.8) = 15.3$$

As saídas geradas pelo sistema fuzzy dentro de um período age como um especialista, atribuindo um valor de risco de acordo com cada período. Desse modo, as regras já estipuladas e quantas outras que se fizerem necessárias, permitem obter um padrão característico baseado em informações de vários usuários ao longo do tempo. Por exemplo, a Figura 21, apresenta a característica de um usuário monitorado e com a aplicação da lógica difusa aos dados rastreados ao longo de um período. Uma biblioteca proprietária desenvolvida pela empresa FullTime, em JAVA, permite efetuar todos os cálculos referentes ao sistema classificador fuzzy. Com essa biblioteca é possível declarar as variáveis linguísticas muito facilmente, assim como as memberships, que são as faixas de valores de cada variável associada ao grau de pertinência do conjunto.

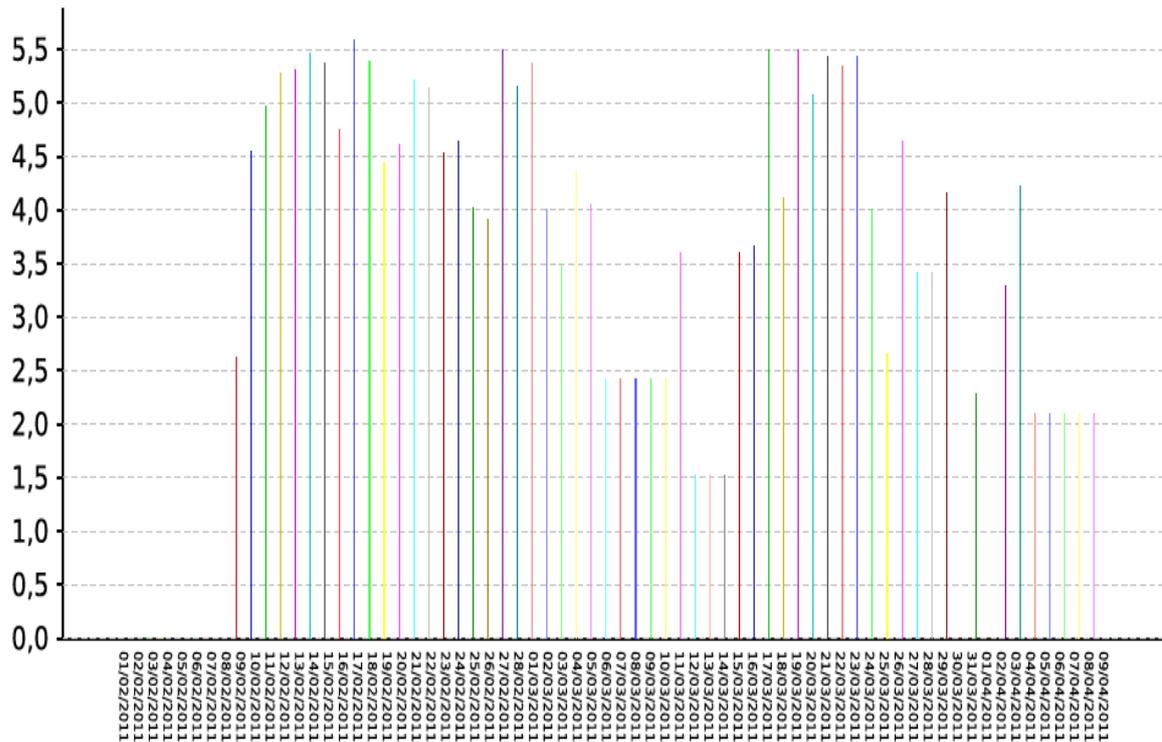


Figura 21 - Gráfico do risco diário calculado pela malha fuzzy

O classificador possui uma malha fuzzy extremamente simples, com duas entradas para cada área de risco analisada e uma saída global. A primeira variável de entrada é o tempo dentro de cada área, chamada de "tempo\_dentro\_area". A segunda é o nível de risco de cada área, chamada de "nivel\_risco\_area". Após a execução dos cálculos, o sistema tem como variável de saída o risco diário para determinado veículo, chamado de "nivel\_risco\_calculado". Desta maneira o número total de variáveis de entrada será: Entradas = 2 X n<sup>o</sup> áreas.

Para cada uma das variáveis, tanto as de entrada, como a de saída, são criadas três memberships, "baixo", "médio" e "alto" para representar linguisticamente os valores que foram atribuídos a cada uma, como mostrados na Figura 22.

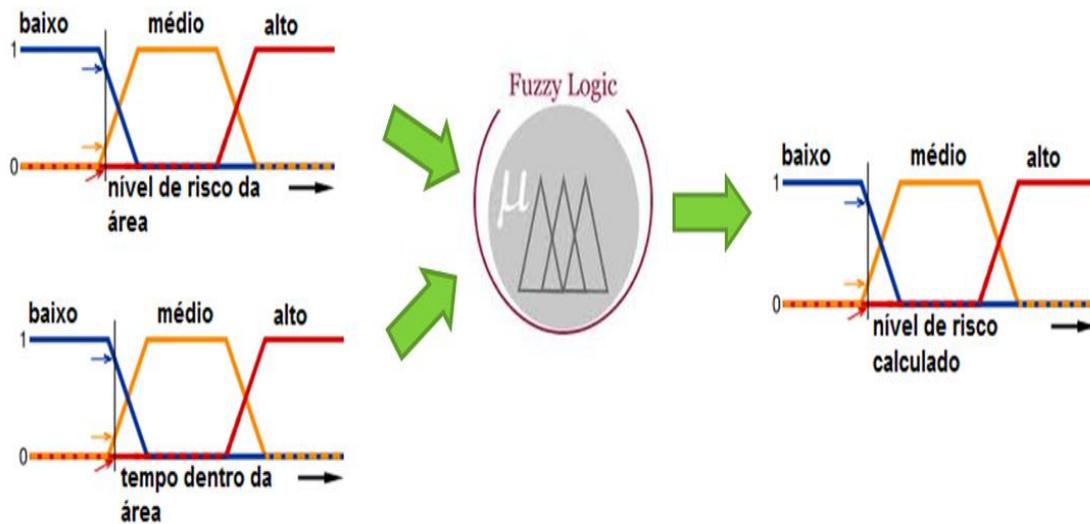


Figura 22 - Malha fuzzy utilizada para a classificação de uma área de risco

A Figura 222 mostra as “memberships” trapezoidais utilizadas para todas as variáveis, com o intuito de facilitar a interpretação dos resultados. Observa-se que a forma trapezoidal permite criar formatos triangulares, apenas fazendo o vértice 2 e 3 do trapézio iguais, Figura 233.

Depois de montada a malha fuzzy, faz-se necessário atribuir valores numéricos a cada uma das faixas de valores estabelecidas. Como são utilizadas formas trapezoidais, são necessários quatro valores para cada uma delas. Cada um dos quatro valores representa um vértice do trapézio, Figura 233. Desta forma, através da “membership” trapezoidal é possível criar todas as formas que foram utilizadas no classificador, basta posicionar os vértices da maneira correta.

Por padrão, a biblioteca fuzzy utilizada mapeia automaticamente os vértices 1 e 4 com valores 0 no eixo y (grau de pertinência mínimo para um conjunto), enquanto os vértices 2 e 3 possuem valores 1 no eixo y (grau de pertinência máximo). Por isso basta estabelecer os valores que os vértices assumirão no eixo x.

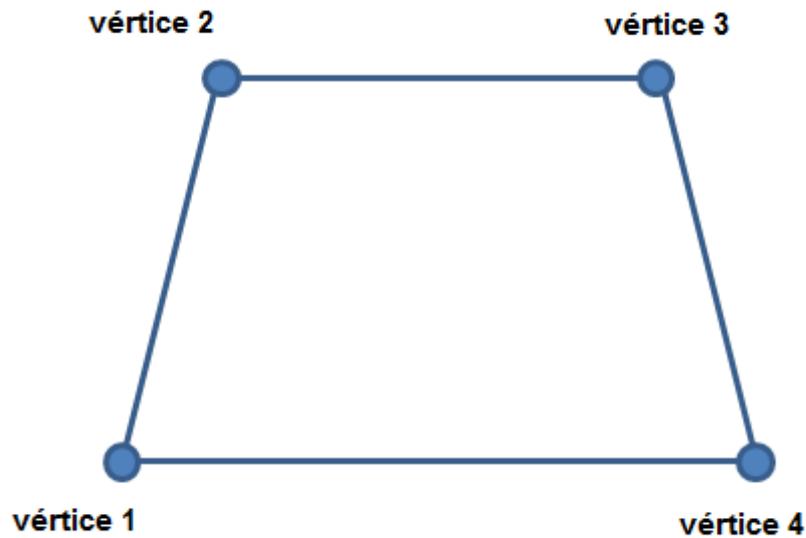


Figura 23 - Vértice dos trapézios, representando a forma de construção das memberships

As Tabela 5 a 7 apresentam os valores utilizados para o cálculo de cada uma das variáveis de entrada e saída. Desta forma, os valores de cada uma das variáveis ficaram da seguinte forma:

Tabela 5- Valores atribuídos a variável Nível de Risco da Área

Variável de entrada - Nível de Risco da Área				
	Vértice 1	Vértice 2	Vértice 3	Vértice 4
<b>Baixo</b>	0	0	2	3
<b>Médio</b>	2	4	4	7
<b>Alto</b>	6	8	10	10

Tabela 6 - Tempo dentro de cada área

Variável de entrada – Tempo dentro da Área				
	Vértice 1	Vértice 2	Vértice 3	Vértice 4
<b>Baixo</b>	0 h	0 h	1 h	2 h
<b>Médio</b>	1 h	5 h	7 h	12 h
<b>Alto</b>	7 h	15 h	24 h	24 h

Tabela 7 - Valores atribuídos ao risco calculado

Variável de saída - Nível de Risco Calculado				
	Vértice 1	Vértice 2	Vértice 3	Vértice 4
<b>Baixo</b>	0	0	2	3
<b>Médio</b>	2	4	4	7
<b>Alto</b>	6	8	10	10

Com a malha fuzzy devidamente configurada, o processo de fuzzyficação de defuzzyficação é efetuado para chegar ao resultado final. Neste trabalho o processo de defuzzyficação é feito através do centróide (ou centro de gravidade). Nesse processo a saída é calculada através da somatória dos centros de massa de cada uma das regiões formadas pelas regras ativadas. Essa somatória é dividida pela somatória da porcentagem atingida por cada uma das regras. O valor final é a saída defuzzyficada utilizada.

A base de regras utilizadas para a classificação do cálculo final de risco de cada um dos veículos analisados é dada na forma matricial. Cada uma das áreas utilizadas para o cálculo de risco dos veículos possuem as regras apresentadas na Tabela 8. Desta forma, se o veículo possuir quatro áreas de risco, serão ao todo 36 regras.

Tabela 8 - Definição das Regras

Tempo dentro área				
Alto	<b>Baixo</b>	<b>Médio</b>	<b>Alto</b>	
Médio	<b>Baixo</b>	<b>Médio</b>	<b>Alto</b>	
Baixo	<b>Baixo</b>	<b>Médio</b>	<b>Médio</b>	
	Baixo	Médio	Alto	Nível de Risco

A leitura das regras a partir da matriz é exemplificada abaixo:

"SE nivel\_risco\_area\_n é BAIXO e tempo\_dentro\_area\_n é BAIXO ENTÃO nivel\_risco\_calculado é BAIXO"

As variáveis "nivel\_risco\_area\_n" e "tempo\_dentro\_area\_n" representam o nível de risco da área analisada no momento e o tempo que o veículo ficou dentro da mesma área, respectivamente. Em um determinado momento as variáveis podem assumir os valores:

- Nivel\_risco\_area\_n = 3
- Tempo\_dentro\_area\_n = 1 hora

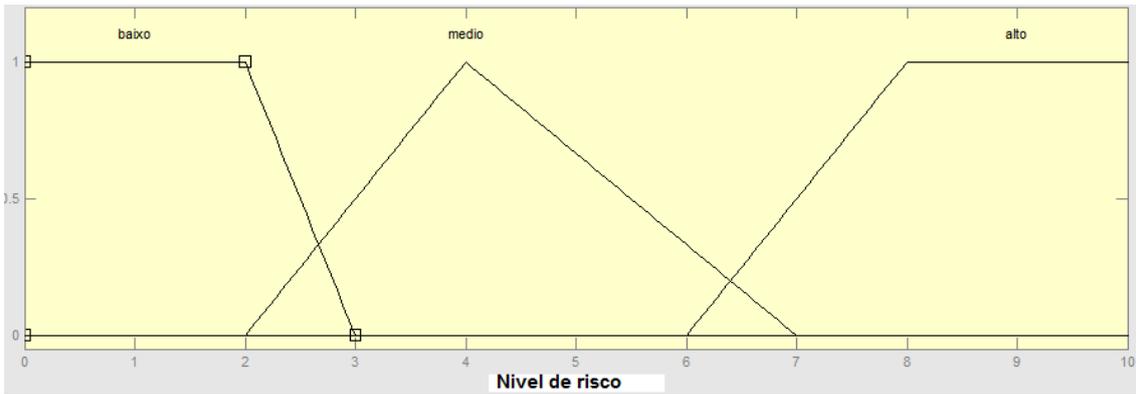


Figura 24 - Memberships para a variável de entrada Nível de Risco

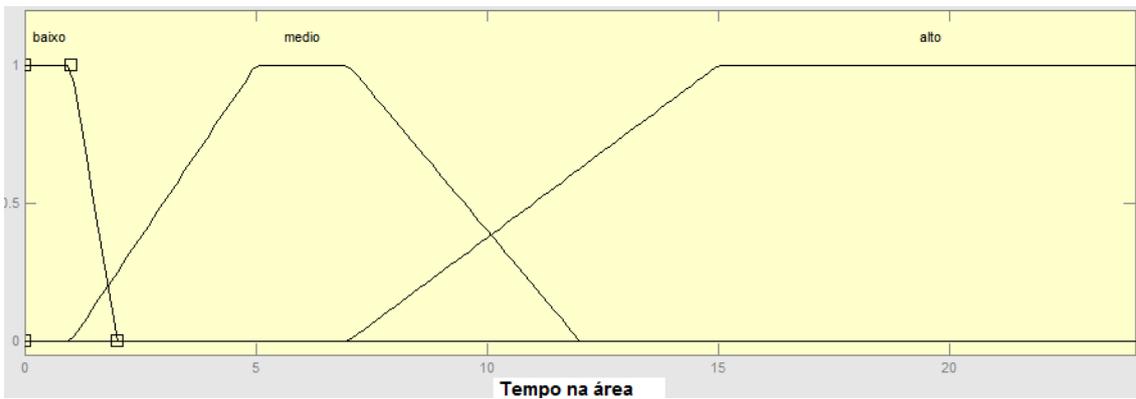


Figura 25 - Memberships para a variável de entrada Tempo na Área

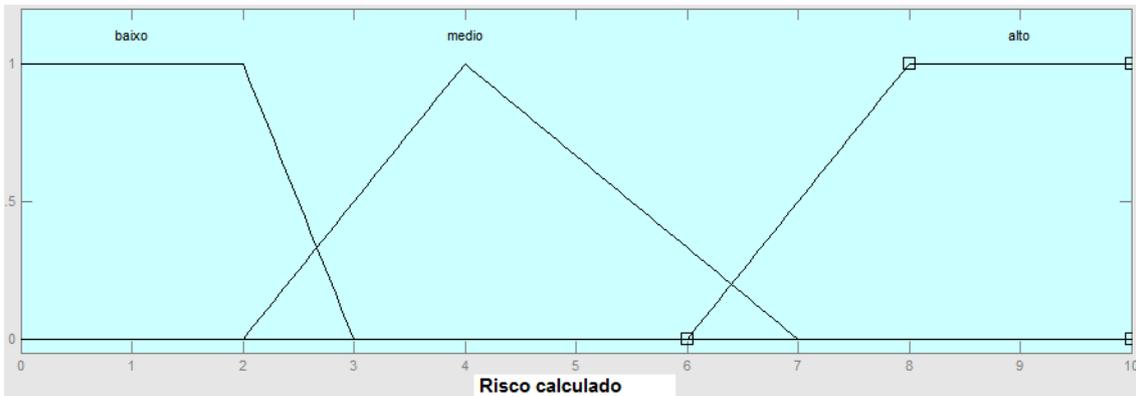


Figura 26 - Memberships para a variável de saída Risco Calculado

As figuras 24, 25 e 26 apresentam as configurações das memberships utilizadas para cada uma das variáveis de entrada e saída, conforme já mostrado nas tabelas 5, 6 e 7 anteriormente.

As regras ativadas são:

- Para a variável de nível de risco: Baixo (0,5)
- Para a variável tempo na área: Baixo(0,25) e Medio(0,25)

Desta forma, segundo a base de regras apresentada na Tabela 8, as regras ativadas são:

- Se nível\_risco é baixo e tempo\_area é baixo então risco\_calculado é baixo
- Se nível\_risco é medio e tempo\_area é medio então risco\_calculado é medio

Com todas essas informações em mãos, uma vez efetuado o cálculo de risco, faz-se necessário armazenar suas informações em uma estrutura de dados.

#### 5.2.4.1 MODELAGEM DA BASE DE DADOS

Seguindo a metodologia desenvolvida para a criação de estruturas de armazenamento, ou tabelas na base de dados, é elaborada uma estrutura chamada “Saida\_classificador” que contém o valor numérico da saída da malha fuzzy, representando o risco diário de cada veículo analisado, como mostrado na Figura 277.

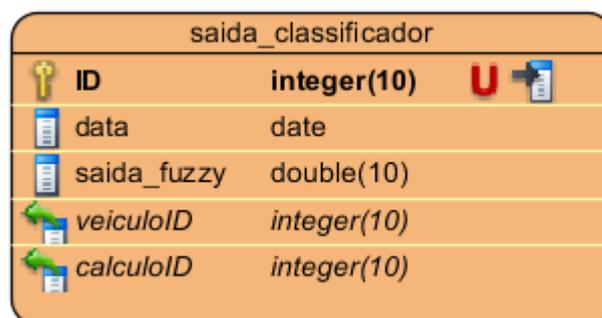


Figura 27 - Tabela usada para armazenamento dos riscos diários de cada veículo analisado pelo classificador fuzzy

## **5.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

O objetivo principal da aplicação prática é validar a arquitetura e a metodologia do classificador de risco proposto neste trabalho através de cálculos oriundos de informações reais.

O objetivo é validar a proposta do classificador fuzzy para a utilização em empresas administradoras de seguros de veículos, portanto, a determinação das regiões de risco (segunda etapa), a formulação das regras da malha fuzzy (quarta etapa) e as análises do resultado final da classificação diária de risco (quinta etapa) podem ser submetidas aos especialistas na área.

Criaram-se regiões de risco hipotéticas para uma área predominantemente de tráfego da frota de veículos monitorada, assim como as regras para a malha fuzzy. Porém, com critérios didáticos e válidos, com o intuito de validar o trabalho proposto do classificador fuzzy.

### **5.3.1 PRIMEIRA ETAPA – COLETA DOS DADOS**

O módulo de rastreamento foi instalado em 300 veículos durante um período de 4 meses, onde os dados de posicionamento foram coletados e enviados para os servidores da FullTime, que após um pré-processamento e filtragem dos mesmos, os armazenou nas bases de dados da empresa.

A tecnologia de GPS possui uma série de restrições que ocasionam em ruídos no sinal coletado. Esse trabalho não vislumbra entrar nos detalhes dos filtros

utilizados para correção dos dados coletados, pois inicia seu experimento considerando que todos os dados foram coletados corretamente.

Outra informação importante é que nem todos os veículos monitorados chegaram a se locomover durante o período de análise, e vários também só trafegaram durante certo tempo dentro período do total, como certamente ocorrerá em situações mercadológicas.

Portanto, após o término do cálculo da terceira etapa, é importante selecionar quais veículos apresentam a melhor qualidade de dados para participarem da amostra a ser analisada.

### **5.3.2 SEGUNDA ETAPA – DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO**

A segunda etapa para efetuar a classificação do perfil de risco dos veículos monitorados, de acordo com o tema proposto, é a criação das áreas ou regiões de risco que serão analisadas.

Os veículos que foram analisados nesse trabalho são de uma empresa que não será identificada por questões de privacidade, e que possui sua frota toda instalada na cidade do Rio de Janeiro. É sabido que os veículos trafegam apenas dentro da cidade do Rio de Janeiro e em algumas regiões vizinhas, portanto a melhor escolha é a criação de regiões nessas proximidades.

Utilizando o sistema da FullTime, que já integra as tecnologias de base de dados PostgreSQL com seu plugin Postgis, e através de outra ferramenta visual para a apresentação de mapas desenvolvido pela empresa Google, o Google maps, fica extremamente fácil criar as áreas de risco necessárias para a análise do classificador de risco.

Como é mostrado na Figura 288, foram criadas quatro regiões de risco que serão utilizadas na classificação dos veículos monitorados, a Tabela 9 - Grau de risco das áreas determinadas<sup>9</sup> apresenta cada uma delas com seu respectivo grau de risco hipotético.

É possível notar que algumas áreas se sobrepõem a outras, o que foi feito propositalmente para mostrar que é totalmente possível criar sub-regiões, ou seja, uma região dentro de outra região. Como já mencionado, a criação das áreas de risco é um critério totalmente flexível e que deve ser determinado pela empresa seguradora de veículos, ou de gestão de riscos que irá usufruir dos resultados.

Tabela 9 - Grau de risco das áreas determinadas

Área	Nível de Risco
Rio de Janeiro – Área 1	3
Rio de Janeiro – Área 2	5
Rio de Janeiro – Área 3	7
Rio de Janeiro – Área 4	9

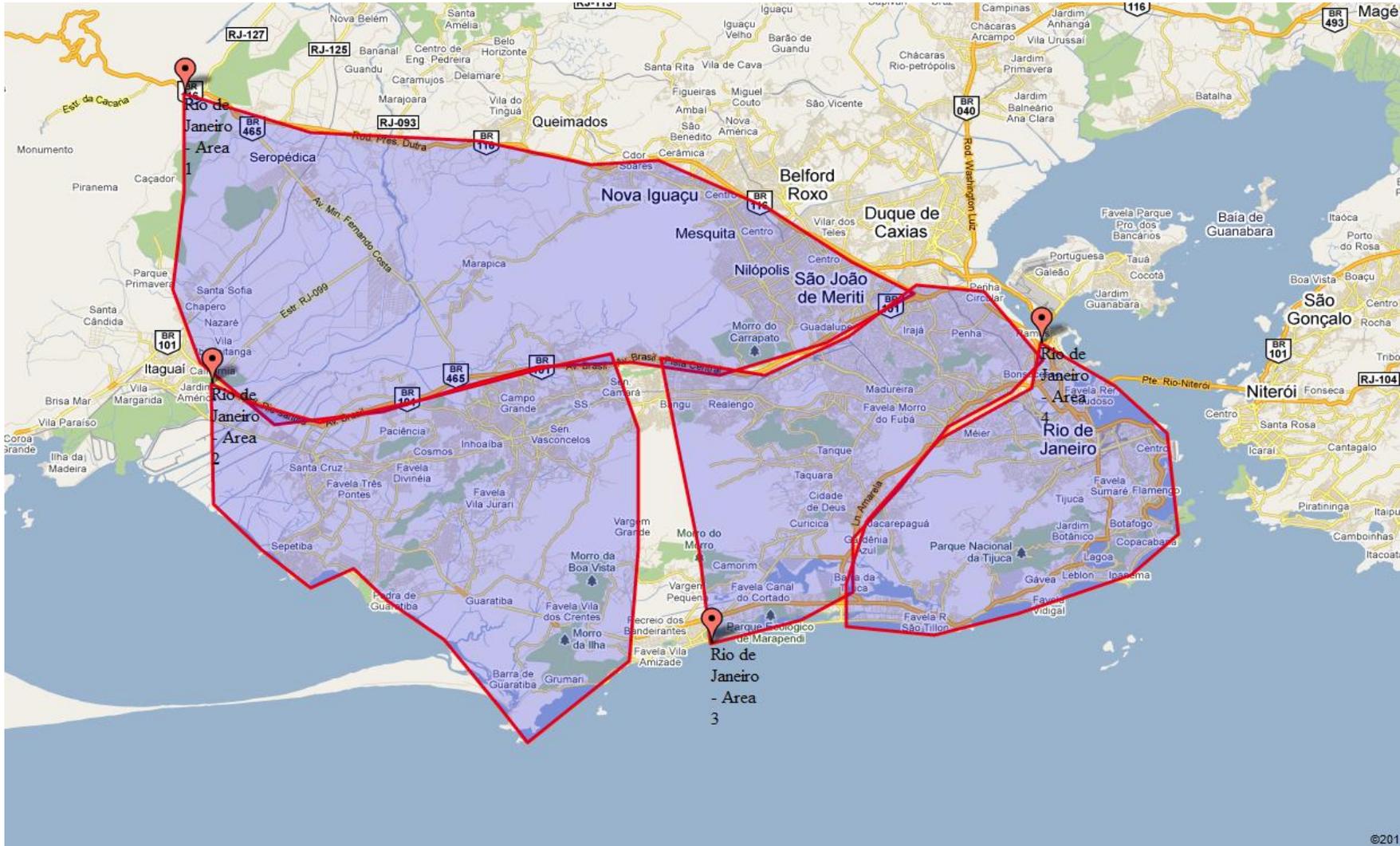


Figura 28 - Áreas de risco utilizadas na classificação

### **5.3.3 TERCEIRA ETAPA – FILTRAGEM DOS DADOS**

A terceira etapa consiste em determinar quanto tempo cada veículo ficou dentro de cada região de risco previamente criada.

É aqui que o cálculo efetivamente começa. Para isso é necessário uma varredura na base de dados, registro por registro coletado, verificando se o mesmo entrou ou saiu de alguma das regiões de risco.

Nesta etapa, o tempo de resposta da base de dados impacta diretamente na velocidade do cálculo, pois o volume de dados a ser analisado é muito grande, perto de 50 gigabytes, para esta simulação, como já mencionado na etapa 1. Portanto essa é a fase mais demorada.

Um grande diferencial do classificador proposto neste trabalho é a utilização de uma base de dados com um alto grau de detalhamento de cada veículo, devido ao fato dos registros terem sido coletados de 1 em 1 segundo. Isso proporciona uma análise extremamente consistente e precisa garantindo que todos os movimentos de cada veículo tenham sido coletados, não deixando de fora nenhuma rota sequer.

Se fosse utilizado um módulo de rastreamento configurado para coletar de 1 em 1 minuto, ou mais, como a maioria, provavelmente a análise seria bem menos coerente pois muitos trechos seriam simplesmente ignorados pelo classificador.

### 5.3.4 QUARTA ETAPA – CLASSIFICAÇÃO FUZZY

É necessário agora estipular todas as regras que a malha fuzzy utilizará para determinar o valor final do cálculo. Como já mencionado, não é utilizado nesse experimento o conhecimento de especialistas para a criação das regras, tanto porque as regiões de risco também foram criadas de forma hipotética. Desta maneira as regras para cada uma das áreas de risco foram criadas de acordo com critérios óbvios de relação Tempo X Espaço, ou seja, quanto maior o tempo que um veículo fica dentro de uma área considerada arriscada, maior o seu nível de risco na saída. Essa regra, aparentemente simples é tomada como premissa a partir de agora para a classificação apresentada neste trabalho, não incorpora nenhuma outra característica das regiões de risco, além do seu nível de risco pré-determinado, que poderiam ser de conhecimento único dos especialistas, onde numa situação empresarial estariam desenvolvendo as regras.

Para facilitar o entendimento, poderia haver uma área de risco, por exemplo, que é de conhecimento da seguradora haver muitos sinistros de roubo durante o dia, enquanto outra tem o mesmo problema, porém durante a noite. Essas características, dentre outras, tornam cada região única, e é por isso que se faz necessário uma análise criteriosa de cada uma das regiões determinadas a fim de criar regras que realmente reflitam a realidade de cada uma delas.

Terminado o processo de cálculo dos riscos diários de cada veículo, é possível montar um gráfico relacionando o risco pelo da do ano, como mostrado nas Figura 299, Figura 30 e Figura 31 e também respectivamente na Tabela 10, Tabela 11 e Tabela 12.

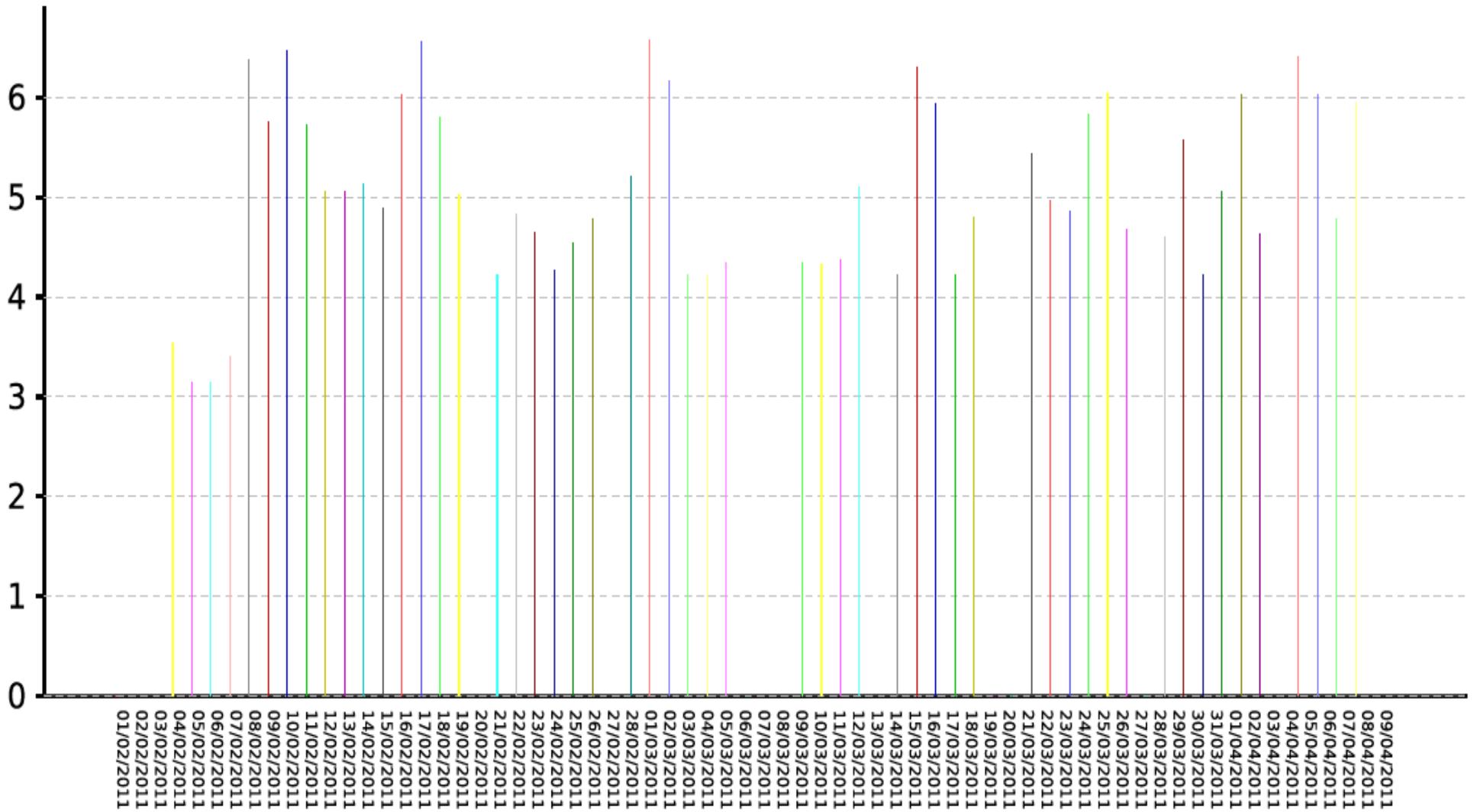


Figura 29 - Risco diário de um veículo analisado (1)

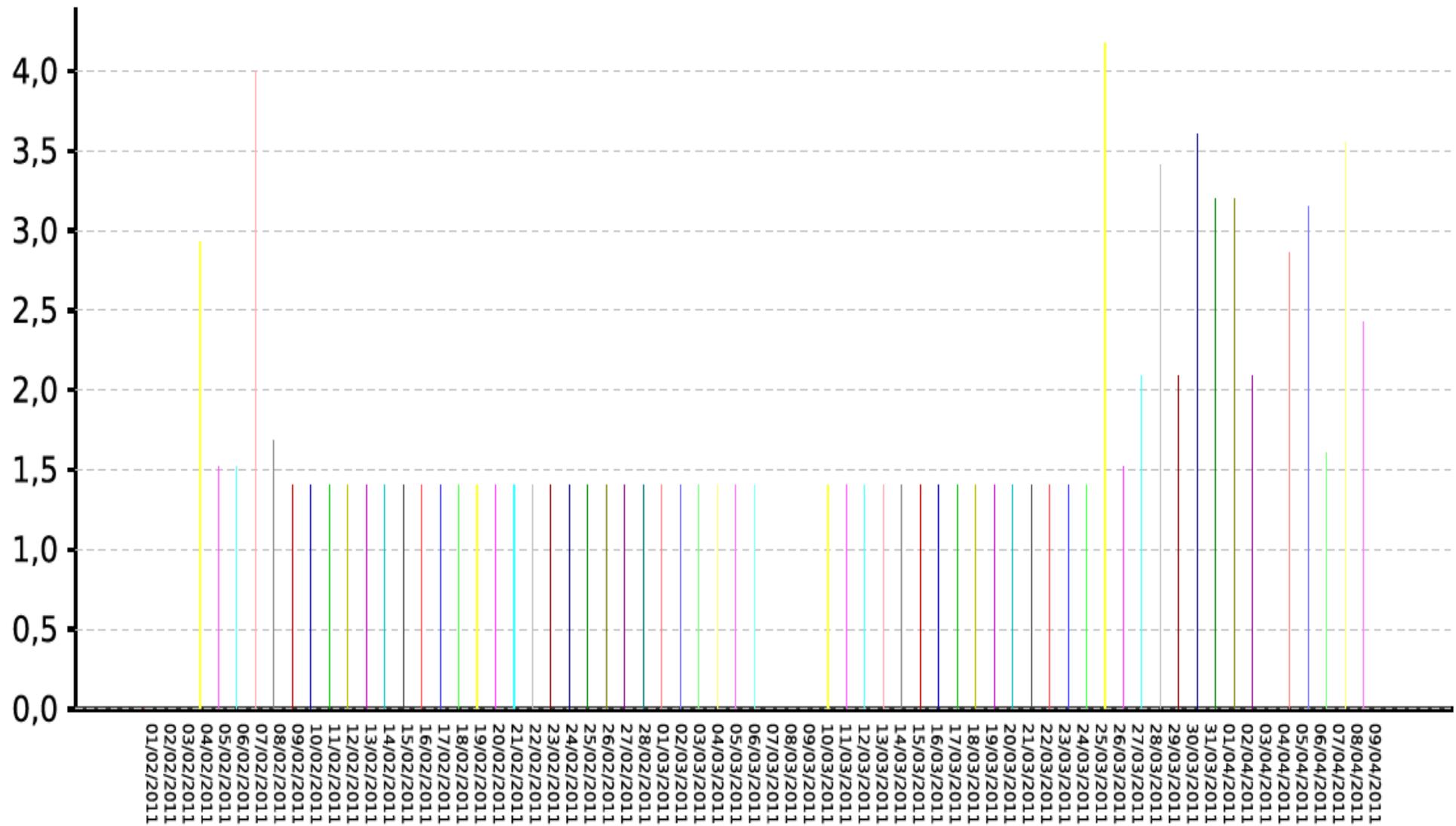


Figura 30 - Risco diário de um veículo analisado (2)

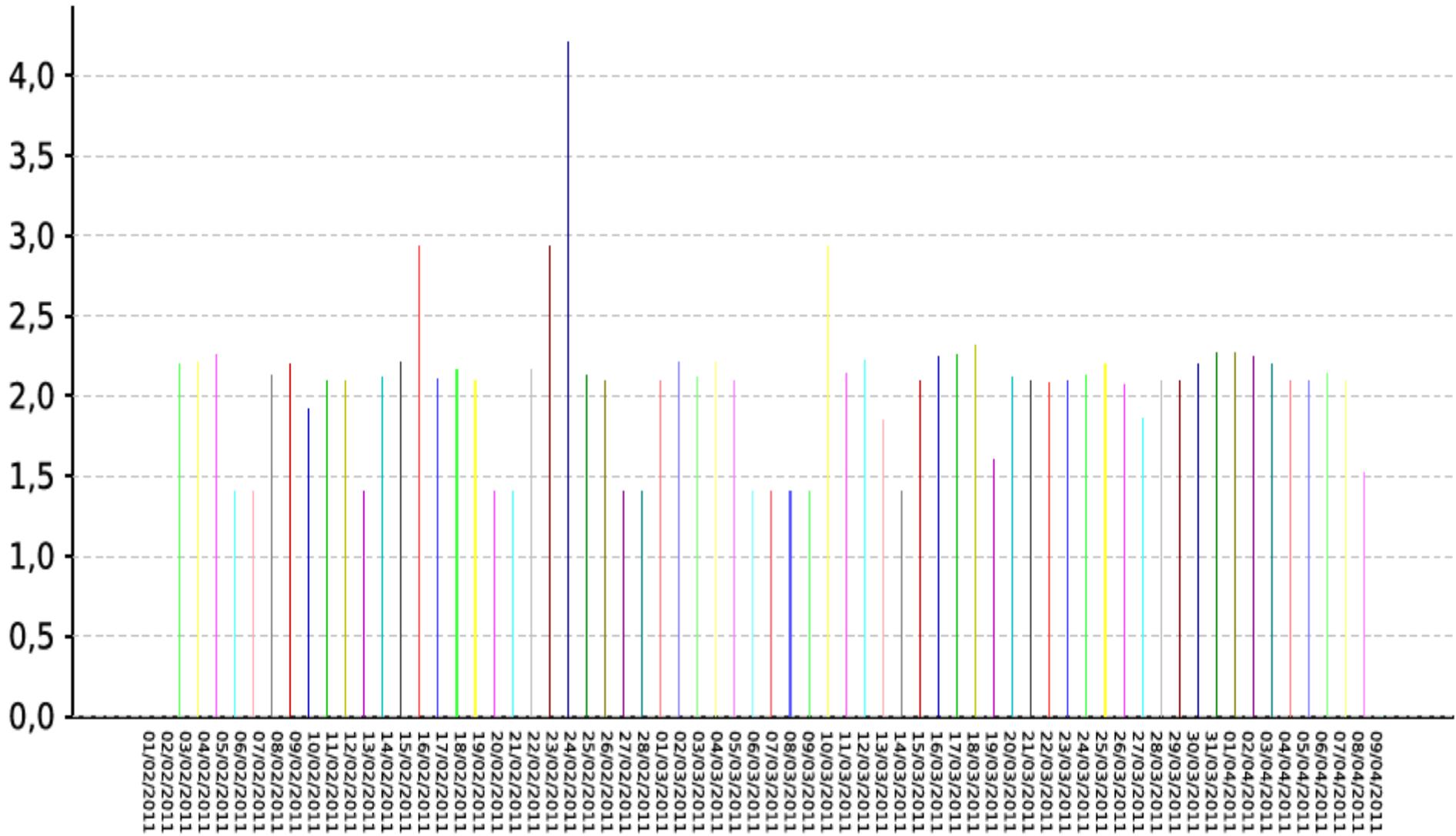


Figura 31 - Risco diário de um veículo analisado (3)

Tabela 10 - Risco diário de um veículo (1)

<b>Data</b>	<b>Risco</b>	<b>Data</b>	<b>Risco</b>
01/02/2011	0	07/03/2011	0
02/02/2011	0	08/03/2011	0
03/02/2011	0	09/03/2011	4,35
04/02/2011	3,53	10/03/2011	4,34
05/02/2011	3,15	11/03/2011	4,37
06/02/2011	3,15	12/03/2011	5,1
07/02/2011	3,41	13/03/2011	0
08/02/2011	6,38	14/03/2011	4,23
09/02/2011	5,76	15/03/2011	6,31
10/02/2011	6,47	16/03/2011	5,93
11/02/2011	5,72	17/03/2011	4,23
12/02/2011	5,06	18/03/2011	4,8
13/02/2011	5,05	19/03/2011	0
14/02/2011	5,14	20/03/2011	0
15/02/2011	4,88	21/03/2011	5,44
16/02/2011	6,02	22/03/2011	4,97
17/02/2011	6,56	23/03/2011	4,86
18/02/2011	5,8	24/03/2011	5,84
19/02/2011	5,03	25/03/2011	6,05
20/02/2011	0	26/03/2011	4,68
21/02/2011	4,23	27/03/2011	0
22/02/2011	4,84	28/03/2011	4,61
23/02/2011	4,64	29/03/2011	5,58
24/02/2011	4,26	30/03/2011	4,23

<b>25/02/2011</b>	4,54	<b>31/03/2011</b>	5,05
<b>26/02/2011</b>	4,78	<b>01/04/2011</b>	6,02
<b>27/02/2011</b>	0	<b>02/04/2011</b>	4,63
<b>28/02/2011</b>	5,22	<b>03/04/2011</b>	0
<b>01/03/2011</b>	6,57	<b>04/04/2011</b>	6,41
<b>02/03/2011</b>	6,16	<b>05/04/2011</b>	6,04
<b>03/03/2011</b>	4,23	<b>06/04/2011</b>	4,78
<b>04/03/2011</b>	4,23	<b>07/04/2011</b>	5,95
<b>05/03/2011</b>	4,34	<b>08/04/2011</b>	0
<b>06/03/2011</b>	0	<b>09/04/2011</b>	0

Tabela 11 - Risco diário de um veículo (2)

<b>Data</b>	<b>Risco</b>	<b>Data</b>	<b>Risco</b>
<b>01/02/2011</b>	0.00	<b>07/03/2011</b>	0.00
<b>02/02/2011</b>	0.00	<b>08/03/2011</b>	0.00
<b>03/02/2011</b>	0.00	<b>09/03/2011</b>	0.00
<b>04/02/2011</b>	2.93	<b>10/03/2011</b>	1.41
<b>05/02/2011</b>	1.52	<b>11/03/2011</b>	1.41
<b>06/02/2011</b>	1.52	<b>12/03/2011</b>	1.41
<b>07/02/2011</b>	4.00	<b>13/03/2011</b>	1.41
<b>08/02/2011</b>	1.69	<b>14/03/2011</b>	1.41
<b>09/02/2011</b>	1.41	<b>15/03/2011</b>	1.41
<b>10/02/2011</b>	1.41	<b>16/03/2011</b>	1.41
<b>11/02/2011</b>	1.41	<b>17/03/2011</b>	1.41
<b>12/02/2011</b>	1.41	<b>18/03/2011</b>	1.41

<b>13/02/2011</b>	1.41	19/03/2011	1.41
<b>14/02/2011</b>	1.41	20/03/2011	1.41
<b>15/02/2011</b>	1.41	21/03/2011	1.41
<b>16/02/2011</b>	1.41	22/03/2011	1.41
<b>17/02/2011</b>	1.41	23/03/2011	1.41
<b>18/02/2011</b>	1.41	24/03/2011	1.41
<b>19/02/2011</b>	1.41	25/03/2011	4.18
<b>20/02/2011</b>	1.41	26/03/2011	1.52
<b>21/02/2011</b>	1.41	27/03/2011	2.09
<b>22/02/2011</b>	1.41	28/03/2011	3.41
<b>23/02/2011</b>	1.41	29/03/2011	2.09
<b>24/02/2011</b>	1.41	30/03/2011	3.60
<b>25/02/2011</b>	1.41	31/03/2011	3.20
<b>26/02/2011</b>	1.41	01/04/2011	3.19
<b>27/02/2011</b>	1.41	02/04/2011	2.09
<b>28/02/2011</b>	1.41	03/04/2011	0.00
<b>01/03/2011</b>	1.41	04/04/2011	2.86
<b>02/03/2011</b>	1.41	05/04/2011	3.15
<b>03/03/2011</b>	1.41	06/04/2011	1.61
<b>04/03/2011</b>	1.41	07/04/2011	3.56
<b>05/03/2011</b>	1.41	08/04/2011	2.43
<b>06/03/2011</b>	1.41	09/04/2011	0.00

Tabela 12 - Risco diário de um veículo (3)

<b>Data</b>	<b>Risco</b>	<b>Data</b>	<b>Risco</b>
<b>01/02/2011</b>	0.00	07/03/2011	1.41
<b>02/02/2011</b>	0.00	08/03/2011	1.41
<b>03/02/2011</b>	2.20	09/03/2011	1.41
<b>04/02/2011</b>	2.21	10/03/2011	2.94
<b>05/02/2011</b>	2.25	11/03/2011	2.14
<b>06/02/2011</b>	1.41	12/03/2011	2.22
<b>07/02/2011</b>	1.41	13/03/2011	1.84
<b>08/02/2011</b>	2.13	14/03/2011	1.41
<b>09/02/2011</b>	2.20	15/03/2011	2.09
<b>10/02/2011</b>	1.92	16/03/2011	2.24
<b>11/02/2011</b>	2.09	17/03/2011	2.26
<b>12/02/2011</b>	2.09	18/03/2011	2.31
<b>13/02/2011</b>	1.41	19/03/2011	1.61
<b>14/02/2011</b>	2.11	20/03/2011	2.12
<b>15/02/2011</b>	2.21	21/03/2011	2.09
<b>16/02/2011</b>	2.94	22/03/2011	2.09
<b>17/02/2011</b>	2.10	23/03/2011	2.09
<b>18/02/2011</b>	2.17	24/03/2011	2.13
<b>19/02/2011</b>	2.09	25/03/2011	2.20
<b>20/02/2011</b>	1.41	26/03/2011	2.07
<b>21/02/2011</b>	1.41	27/03/2011	1.86
<b>22/02/2011</b>	2.17	28/03/2011	2.09
<b>23/02/2011</b>	2.94	29/03/2011	2.09
<b>24/02/2011</b>	4.21	30/03/2011	2.20

<b>25/02/2011</b>	2.13	31/03/2011	2.26
<b>26/02/2011</b>	2.09	01/04/2011	2.27
<b>27/02/2011</b>	1.41	02/04/2011	2.25
<b>28/02/2011</b>	1.41	03/04/2011	2.20
<b>01/03/2011</b>	2.09	04/04/2011	2.09
<b>02/03/2011</b>	2.21	05/04/2011	2.09
<b>03/03/2011</b>	2.12	06/04/2011	2.14
<b>04/03/2011</b>	2.20	07/04/2011	2.09
<b>05/03/2011</b>	2.09	08/04/2011	1.52
<b>06/03/2011</b>	1.41	09/04/2011	0.00

Para cada uma das tabelas apresentadas é calculado a média e desvio padrão com o intuito de permitir a interpretação dos dados, apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Média e Desvio padrão dos riscos calculados

	<b>Média</b>	<b>Desv Padrão</b>
<b>Tabela 10</b>	4,66	2,25277
<b>Tabela 11</b>	1,41	0,928617
<b>Tabela 12</b>	2,09	0,614314

Dentre de todos os veículos analisados, cada um apresenta um comportamento próprio de acordo com o seu modo de deslocamento no período de análise. Foram escolhidos três veículos como exemplo, cada um apresentando um perfil diferenciado em relação ao outro.

O primeiro veículo é o que apresenta maior variabilidade de risco de acordo com o passar dos dias, comprovado pelo seu desvio padrão ser o mais elevado, e também é o que apresentou maior risco médio. Isso indica que dentro dos parâmetros e regras estabelecidas, ele certamente é o veículo mais arriscado para uma seguradora, pois não apresenta um comportamento padronizado e seu risco é elevado.

Já o segundo veículo apresenta um risco bem mais baixo em sua média, com alguns picos, mas com concentração de riscos iguais. Isso significa que o veículo tem um comportamento bem mais estável e fácil de prever, ficando boa parte do tempo dentro de uma mesma região (cidade, bairro), o que comprova o fato de muitos dias possuírem a mesma classificação de risco. Certamente seria o veículo menos arriscado dentre os três para a seguradora.

O terceiro, e último veículo analisado, é o mais estável, possuindo valores de risco muito próximos, porém não iguais, durante o período compreendido, o que é comprovado em seu desvio padrão. Seu risco médio também é baixo, o que proporcionaria certa segurança para a seguradora.

## **CAPÍTULO 6**

### **6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nota-se que hoje em dia não há um processo eficiente no mercado de seguradoras de veículos automotores que permita analisar e avaliar o risco de utilização de cada veículo a partir de informações objetivas e, principalmente, individualizadas. O procedimento atual é extremamente subjetivo com um valor de risco atribuído dentro de uma escala previamente definida pelas próprias empresas de seguro e quase sempre particular e confidencial.

Segue-se a isso o grave problema de pré-classificação de perfis de risco através de formulários, que nem sempre expressam a veracidade dos dados apresentados, o que afeta decisivamente a análise final para um determinado cliente, acarretando um valor de apólice de seguros equivocado e, muitas vezes, como prejuízos sérios para ambas as partes envolvidas no contrato.

A partir da disseminação de sistemas de rastreamento que se utiliza de um comunicador interno ao veículo com receptor GPS, fornecendo informações de latitude, longitude, altitude, data e hora, pode-se fazer uso de tais informações de maneira criteriosa e inteligente na determinação do grau de risco associado a determinado veículo ou cliente. Uma vez que tais informações são originadas a partir do recebimento de sinais enviados por satélites, um receptor realiza determinados cálculos com as informações recebidas e, em seguida, as repassa para um centro de controle, disponibilizando finalmente ao cliente.

Com esse intuito, a plataforma utilizada neste trabalho faz uso do módulo RX® que possui uma simples conexão com a bateria do veículo a ser monitorado, ao contrário do que acontece hoje com outros dispositivos, tendo até 16 fios de comunicação

Efetivamente, tratando-se de um trabalho acadêmico, fez-se necessário e conveniente para apresentação neste trabalho, facilitando a leitura e o entendimento do assunto e da proposta do classificador final, as entidades e relacionamentos referentes ao classificador de risco proposto. Foi, então, necessária uma estrutura para armazenar os registros de veículos e suas informações básicas, e outra para armazenar os dados de posicionamento individual do veículo.

Feito isto, e a partir das regras do sistema fuzzy atribuídas, obteve-se o grau de risco diário associado ao veículo em função do período de permanência em cada região pré-estabelecida.

Como mencionado no trabalho, o conhecimento de especialistas é fundamental para a criação das regras e na determinação das regiões de risco. Neste trabalho, no entanto, foram propostas regras hipotéticas com o intuito de validar a nova metodologia proposta para a classificação dos veículos analisados.

Portanto, para fins práticos e de validação da proposta, as regras foram obtidas para cada uma das áreas de risco criadas hipoteticamente de acordo com critérios de relação tempo e espaço, ou seja, maior o tempo de permanência na área considerada arriscada, maior o nível de risco de saída. Essa regra, aparentemente simples, é a premissa para a classificação apresentada neste trabalho, não incorporando outras características relacionadas às regiões de risco.

Considerando que o grau de risco aparentemente é particular de cada região, faz-se necessário uma análise criteriosa das regiões determinadas a fim de criar regras que realmente reflitam o mais possível a realidade de cada uma delas.

Finalmente, os resultados apresentados pelo classificador permitem efetivamente validar a metodologia utilizada como satisfatória na classificação do risco associado, monitoramento on-line e tratamento com regras difusas. Mostrando relativo grau de confiabilidade e transparência na avaliação dos dados coletados.

Com a metodologia proposta, tem-se uma análise muito mais eficiente e individualizada de cada veículo e, mais ainda, economicamente viável, pois depende apenas da utilização de módulos de rastreamento que são cada vez mais difundidos no mercado.

## **6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

Num primeiro momento parece que o único beneficiário é a seguradora. Porém com os dados e análises em mãos facilmente obtidas, o cliente pode constatar que a análise de risco está ou não superestimada – o que quase sempre acontece. E, nestes casos, a negociação “in loco” ou não, com ambas as partes envolvidas, e utilizando-se de um mesmo critério é vantajoso e justo para ambos. Portanto, como sugestão complementar, pode-se estabelecer um novo nível nas negociações e renovações das apólices de seguros. É tentador, no mínimo, pensar em disponibilizar essa ferramenta de análise de risco em um ambiente comercial em que o cliente é fortemente evidenciado.

Neste campo ainda, a partir das informações e de um modelo criterioso de avaliação de risco proporcionados pelo classificador, ressalta-se ainda o diferencial competitivo para empresas atraírem clientes e fornecer serviços de qualidade.

Apesar da utilização da lógica difusa ter-se mostrado satisfatória e eficiente, juntamente com as tecnologias de software e hardware de alto nível utilizado e desenvolvido concomitantemente com este trabalho, outras técnicas são fortemente recomendadas e devem ser exploradas em trabalhos futuros.

Uma sugestão é o aprimoramento das regras utilizadas neste trabalho, a partir da extração de conhecimento de especialistas oriundos de seguradoras de veículos. Além da incorporação de outras variáveis além do tempo e espaço, como por exemplo o período do dia (manhã, tarde ou noite), a velocidade mínima, média e máxima do veículo, o número de acelerações e frenagens bruscas, etc.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOTT, R. E STIGLITZ, J. The Basic Analytics of Moral Hazard. Scandinavian Journal of Economics, 90(3), 383-413. 1988

BARALDI, P. Gerenciamento de risco: a gestão de oportunidades, a criação de controles internos e a avaliação de riscos nas decisões gerenciais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BELÓRIO, CRISTIANO LELES. Descrição de um sistema de rastreamento veicular utilizando GPS. 2005. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) - Faculdade de Ciências Aplicadas de Minas, Uberlândia, MG.

BREIMAN, L. Bagging predictors, Technical Report Tech. rep. 421, Department of Statistics, University of California, Berkeley, 1994.

BROWN, G. Diversity in Neural Network Ensembles. 2003. Tese (Doctor of Philosophy in Computer Science) - University of Birmingham, 2003.

CHIAPPORI, P. A., e SALANIE, B. (2003), Testing Contract Theory: A Survey of Some Recent Work in Advances in Economics and Econometrics, vol 1, M. Dewatripont, L. Hansen and S. Turnovsky eds, Cambridge University Press, 2003.

CHIAPPORI, P.A., JULIEN, B., SALANIÉ, B. E SALANIÉ, F. Asymmetric Information in Insurance: General Testable Implications. RAND Journal of Economics, 37(4). 2006

CHIAPPORI, P. A., JULLIEN, B., SALANIE, B. e SALANIE, F. (2005), Asymmetric Information in Insurance: General Testable Implications. Forthcoming in the Rand Journal of Economics, 2005.

DIONNE, G., MICHAUD, P. C. e DAHCHOUR, M.. Separating Moral Hazard from Adverse Selection in Automobile Insurance: Longitudinal Evidence from France, 2004.

DONGARRA, J.; OTTO, S. W.; SNIR, M.; WALKER, D. An Introduction to the MPI Standard. Knoxville, USA: University of Tennessee, Knoxville, 1995. (Technical report, CS-95-274).

DRAGO, Daniele; DISPERATI, Attilio Antonio. Aspectos básicos sobre GPS. Curitiba: FUPEF, 1996. 16 p.

DUCH, W., SETIONO, R., ZURADA, J. M. Computational Intelligence Methods, for Rule-Based Data Understanding. Proceedings of the IEEE 92(5): pp. 771-805. 2004.

FAHLMAN, S.E., An empirical study of learning speed in backpropagation networks, Technical Report CMU-CS-88-162, School of Computer Science - Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 1988.

FRANK, ROBERT H.. Microeconomia e Comportamento – 3ª Ed – Portugal: McGraw-Hill, 1998.

FREUND, Y., SCHAPIRE, R. E, Experiments with a new boosting algorithm, In Machine Learning: Proceedings of the Thirteenth International Conference, 1996.

GARCÍA, C., Artificial intelligence applied to automatic supervision, diagnosis and control in sheet metal stamping processes. Journal of Materials Processing Technology, Vol. 164-165, p.p. 1351- 1357, 2005.

GETOV, V.; LASZEWSKI, G. von; PHILIPPSEN, M.; FOSTER, I. Multiparadigm communications in Java for grid computing. Communications of the ACM, New York, USA, v.44, n.10, p.118–125, Oct. 2001.

GOLDSMITH, R. R., PASSOS, E. Data Mining: Um Guia Prático. 1. ed. Rio de Janeiro: Campos, 2005. 261p.

HASEGAWA, Júlio Kiyoshi et al. Sistema de localização e navegação apoiado por GPS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 20., 1999, Recife-PE. Anais... CDROM.

HAYKIN, S. Redes Neurais – princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Bookman,2001. 900p.

HAYKIN, S. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, 2<sup>a</sup> ed., Prentice-Hall, Inc. Lin, C.T, Lee, C.S.G. (1996), *Neural Fuzzy Systems: A Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent System*, Prentice- Hall International, Inc., 1999.

JACOBS, R. A., JORDAN, M. I., NOWLAN, S. J., HINTON, G. E. Adaptive mixtures of local experts. *Neural Computation*, vol. 3, no 1, pp.79- 87, 1991.

JORDAN, M. I., JACOBS, R. A. Hierarchical Mixtures of experts and the EM algorithm. In: *Proceedings of 1993 International Joint Conference on Neural Networks*,pp. 1339-1344. 1993.

KAZI, I. H.; CHEN, H. H.; STANLEY, B.; LILJA, D. J. Techniques for obtaining high performance in Java programs. *ACM Computing Survey*, New York, USA, v.32, n.3, p.213–240, 2000.

LAI, K. K., ET AL. A Novel Nonlinear Neural Network Ensemble Model for Financial Time Series Forecasting. V.N. Alexandrov et al. (Eds.): *ICCS 2006, Part I, LNCS 3991*,pp. 790 – 793, 2006.

LOBOSCO, M.; AMORIM, C. L. de; LOQUES, O. Java for high-performance network based computing: a survey. *Concurrency and Computation: Practice and Experience* Boston, MA, USA, v.14, n.1, p.1–31, 2002.

MAASSEN, J.; NIEUWPOORT, R. V.; VELDEMA, R.; BAL, H.; KIELMANN, T.; JACOBS, C.; HOFMAN, R. Efficient Java RMI for parallel programming. *ACM*

Transactions on Programming Languages and Systems , New York, USA, v.23, n.6, p.747–775, Nov. 2001.

MENDEL, J. M.: Fuzzy Logic Systems for Engineering: a Tutorial. In: Proc. IEEE, V. 83, No. 3, pp. 345-377 (1995) 24.

NICHOLS, B.; BUTTLAR, B.; FARRELL, J. Pthreads Programming. USA: O'Reilly & Associates, 1996. 267p.

NIEUWPOORT, R. V. van; MAASSEN, J.; HOFMAN, H.; KIELMANN, T.; BAL, H. E. Ibis: an efficient java-based grid programming environment. In: ACM-ISCOPE CONFERENCE ON JAVA GRANDE, JGI, 2002, New York, USA. Proceedings. . . New York, USA: ACM Press, 2002. p.18–27.

NTC & LOGÍSTICA. Roubo/furto de cargas – situação nacional. Disponível em <<http://www.ntcelogistica.org.br>>. Acesso em: 26 JUN. 2006.

ROCHA, CÉZAR HENRIQUE BARRA. GPS de navegação: para mapeadores, trilheiros e navegadores. Juiz de Fora, MG: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2003. 124 p.

SINGH, V., GUPTA, I. GUPTA, H.O. An based estimator for distillation—inferential control, Chemical Engineering and Processing, 44 (7), pp. 785-795.2005

HASHEM, S. Optimal Linear Combinations of Neural Networks. 1993. Tese (Doctor of Philosophy) – Purdue University, 1993.

OZA, N. C. Online Ensemble Learning. 2001. Tese (Doctor of Philosophy in Computer Science) - University of California at Berkeley, 2001.

PALIT, A. K., POPOVIC, D. Computational Intelligence in Time Series Forecasting. 1. ed. Londres: Springer-Verlag, 2005. 372p.

PERRONE, MICHAEL P., COOPER, LEON N. When Networks Disagree: Ensemble Methods for Hybrid Neural Networks, 1993.

FÁBIO MARIN, PRETI et al. Automação de Rastreamento Veicular On-line para Análise de Risco, CBA 2010

REZENDE, S. O. Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações. 1. ed. São Paulo: Manole, 2003. 525p.

RIBEIRO, C. V., GOLDSMITH, R. R., CHOREN, R. Uma Proposta de Método Híbrido Fuzzy para Previsão de Séries Temporais, 5º CONTECSI - Universidade de São Paulo, Junho de 2008.

ROTHSCHILD, M. E STIGLITZ, J. Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information. Quarterly Journal of Economics, 90(4), 629-49.1976.

RUMELHART, D. E., MCCLELLAND, J. L. Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, Volume 1: Foundations, The MIT Press, 1986.

SCHAPIRE, R. E., ET AL. Boosting the margin: A new explanation for the effectiveness of voting methods. *The Annals of Statistics*, 26(5):1651–1686, 1998.

SILVA, C. S. Da. Previsão Multivariada da Demanda Horária de Água em Sistemas Urbanos de Abastecimento. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, 2003.

SILVA, P. O. M. P. Previsão de Séries Temporais Utilizando Lógica Nebulosa. Trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Centro Universitário da Cidade do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, P. O. M. P., GOLDSMITH, R. R., SOARES, J. A., FERLÍN, C. Previsão de Séries Temporais Utilizando Lógica Nebulosa, 4º CONTECSI - Universidade de São Paulo, 2007.

TYMA, P. Why are we using Java again? *Communications of ACM*, New York, USA, v.41, n.6, p.38–42, 1998.

VARIAN, Hal R. Microeconomia – Princípios Básicos – 4ª. Ed – São Paulo: Editora Atlas, 2004.

WANG J., LEU, J. Stock Market Trend Prediction Using ARIMAbased Neural Networks, 1996.