



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

MESTRADO EM MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE

**TOMADA DE DECISÃO BASEADA EM LÓGICA *FUZZY* E NA
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MORTALIDADE POR ACIDENTES DE
TRÂNSITO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB.**

Danielly Cristina de Souza Costa

Ronei Marcos de Moraes

Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna

JOÃO PESSOA

2011

**TOMADA DE DECISÃO BASEADA EM LÓGICA *FUZZY* E NA
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MORTALIDADE POR ACIDENTES DE
TRÂNSITO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB**

Danielly Cristina de Souza Costa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do título de mestre em Modelos de Decisão e Saúde.

Orientadores: Ronei Marcos de Moraes e Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna

João Pessoa

2011

DANIELLY CRISTINA DE SOUZA COSTA

**TOMADA DE DECISÃO BASEADA EM LÓGICA *FUZZY* E NA
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MORTALIDADE POR ACIDENTES DE
TRÂNSITO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde da Universidade Federal da Paraíba para obtenção do título de Mestre em Modelos de Decisão e Saúde.

Dissertação aprovada em ____ / ____ / ____

Ronei Marcos de Moraes - Doutor em Computação Aplicada
Orientador (a) – UFPB

Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna - Doutor em Saúde Coletiva
Orientador (a) - UFPB

João Aguinaldo do Nascimento - Doutor em Estatística
Examinador (a) – UFPB

Jordana de Almeida Nogueira - Doutora em Enfermagem em Saúde Pública
Examinador (a) – UFPB

Neli Regina Sirqueira Ortega – Doutora em Ciências
Examinador (a) - USP

AGRADECIMENTOS

Para o desenvolvimento desta dissertação, algumas pessoas foram fundamentais para que a mesma fosse elaborada, a todos um sincero abraço e meus agradecimentos.

- A Deus, pelo dom da vida e me possibilitar buscar todos os meus objetivos com saúde e sabedoria;
- Aos meus pais, Lourdes e Rinaldo, por serem responsáveis por todas as etapas de minha vida sempre fiéis aos meus objetivos;
- Aos meus irmãos, Bruno e Junior, por estarem sempre pertos aguentando o meu estresse;
 - A Rodrigo, pela força e paciência prestada em toda a dissertação;
- Aos meus orientadores Ronei Marcos e Rodrigo Vianna, pela paciência e tempo dedicado a elaboração desta dissertação;
- À Renata, Andreia, Anthoniany, Rackynelly, Sadraque, Ana Hermínia e Ana Karla pelos momentos de alegria vividos no LEAPIG;
- A todos os alunos do mestrado em especial a Bruna, Elma e Azuila, por todos os momentos vividos durante esses dois anos;
 - Aos professores do mestrado pela dedicação nas aulas;
 - Ao Departamento de Medicina Legal pela disponibilidade do banco de dados;
- Aos membros da Banca Examinadora, pela atenção no exame desta dissertação.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa do mestrado.

RESUMO

A partir da década de 80 as causas externas, em especial os acidentes de trânsito, passaram a ser um grande problema que aflinge o Brasil e o mundo. Este trabalho tem por objetivo estudar os acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa, a partir da distribuição espacial e lógica *fuzzy* para a tomada de decisão das áreas prioritárias e não-prioritárias. A análise foi numa primeira observação um estudo dos bairros agregados e depois separadamente. Os dados utilizados nas análises foram do tipo secundário, levantados no Departamento de Medicina Legal (DML). As análises foram: estatísticas descritivas, distribuição espacial e lógica *fuzzy*. A partir dos resultados das estatísticas descritivas, observou-se que o sexo masculino representou 562 vítimas fatais e o sexo feminino 102 vítimas do total dos anos estudados na cidade de João Pessoa. Os principais meios de transporte que causaram os acidentes foram os automóveis, seguido das motos. A natureza dos acidentes de trânsito mais frequentes foram os atropelamentos, ocorridos nos anos de 2005, 2006, 2008 e 2009, seguido das colisões. Nos períodos da manhã e tarde ocorreram os maiores números de acidentes, em virtude do grande número de veículos nas vias da cidade e, no turno da madrugada, os números de acidentes fatais diminuíram. Os dias da semana que mais ocorreram acidentes fatais foram no sábado, segunda-feira e domingo. As principais vítimas dos acidentes são os jovens e adultos nas faixas etárias dos 20 aos 49 anos. Na análise espacial as principais regiões da cidade com risco relativo alto e conglomerados espaciais significativos são: noroeste, norte, nordeste e oeste da cidade de João Pessoa. Nestas regiões estão incluídos os bairros do Cabo Branco, Altiplano Cabo Branco, Varadouro, Centro, Mandacaru, Bessa, Cruz das Armas, Pedro Gondim, Tambia e Tambauzinho. O modelo de decisão foi baseado em lógica *fuzzy*, que teve como finalidade identificar as áreas prioritárias e não-prioritárias dos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa. Foram elaborados seis variáveis *fuzzy* e quinze termos linguísticos. Os resultados de lógica *fuzzy* foram satisfatórios, pois atingiu o objetivo proposto da identificação total das áreas prioritárias e não-prioritárias na cidade de João Pessoa. Possibilitando a tomada de decisão de políticas públicas mais efetivas com o intuito de diminuir o número de óbitos por acidentes de trânsito.

Palavras-chave: Acidente de trânsito. Análise espacial. Lógica *fuzzy*. Risco relativo. Conglomerados espaciais significativos.

ABSTRACT

From decade of 80 the external causes, especially traffic accidents, have become a big problem that afflicts the Brazil and the World. This work aims to study the traffic accidents in the city of João Pessoa from the spatial distribution and fuzzy logic to the decision making of priority areas and non-priority. The analysis was an initial observation a study of aggregated neighborhood and after separately. The data used in the analysis were of secondary type collected by the Department of Legal Medicine (DML). The analysis carried out were the follows: descriptive statistics, spatial distribution and fuzzy logic. From the results of descriptive statistics found that the males accounted for 562 victims and the female 102 victims of all the years studied in the city of Joao Pessoa. The main means of transport that caused the accidents were the cars followed by motorcycle. The nature of the traffic accidents most frequent were: pedestrian collisions that occurred during the years 2005, 2006, 2008 and 2009, followed by collisions. In the morning and afternoon occurred the highest numbers of accidents due to the large number of vehicles on roads in the city and in the shift dawn the number of fatal accidents decreased. The days of the week were more fatal accidents occurred on Saturday, Sunday and Monday. The main victims of accidents were young people and adults in the age groups of 20 to 24, 25 to 29, 30 to 39 and 40 to 49 years. Spatial analysis the main areas of the city with relatively high risk and significant spatial clusters are: northwest, north, northeast and west of the city of João Pessoa. In these areas included the neighborhood of Cabo Branco, Altiplano Cabo Branco, Centro, Mandacaru, Bessa, Cruz das Armas, Pedro Gondim, Tambauzinho and Tambiá. The decision model was used fuzzy logic which aimed to identify priority areas and non-priority traffic accidents in the city of João Pessoa. Were elaborated four linguistic variables and eleven linguistic terms. The results of logic fuzzy were satisfactory because it reached the objective proposed of identification of priority areas and non-priority in the city of João Pessoa. Enabling the decision making of public policies more effective in order to decrease the number of deaths from traffic accidents.

Keys words: Traffic accident, Spatial analysis, Fuzzy logic, Relative risk, Significant conglomerates spaces.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO DO ESTUDO	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	17
3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.	18
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.	19
5. METODOLOGIA	25
5.1 ÁREA DE ESTUDO	25
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	25
5.3 TESTE DE NORMALIDADE (<i>KOLMOGOROV-SMIRNOV</i>)	26
5.4 ANÁLISE DE DADOS ESPACIAIS EM SAÚDE	27
5.5 ESTATÍSTICA SCAN	29
5.6 RISCO RELATIVO	30
5.7 CONCEITOS DE LÓGICA <i>FUZZY</i>	31
5.7.1 VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS	32
5.7.2 SISTEMA BASEADO EM LÓGICA <i>FUZZY</i>	32
5.7.3 REGRAS <i>FUZZY</i>	33
6. RESULTADOS	35
6.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA	35
6.2 ANÁLISE ESPACIAL	42
6.3 LÓGICA <i>FUZZY</i>	58
6.3.1 FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA	58
6.3.2 ELABORAÇÃO DA BASE DE REGRAS	61
6.3.3 CATEGORIZAÇÃO DOS BAIROS PRIORITÁRIOS E NÃO-PRIORITÁRIOS SEGUNDO A LÓGICA <i>FUZZY</i>	62
7. DISCUSSÃO	68

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	74
ANEXO	79

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Mapa de localização da cidade de João Pessoa, Paraíba. João Pessoa, PB, 2009.	25
FIGURA 2: Mapa dos óbitos por cólera em Londres no ano de 1834.	28
FIGURA 3: Estrutura básica de um sistema baseado em lógica <i>fuzzy</i> .	32
FIGURA 4: Mapa de risco para Junho de 2004.	43
FIGURA 5: Método SCAN para Junho de 2004.	43
FIGURA 6: Mapa de risco para Março de 2005.	45
FIGURA 7: Método SCAN para Março de 2005.	45
FIGURA 8: Mapa de risco para Dezembro de 2006.	47
FIGURA 9: Método SCAN para Dezembro de 2006.	47
FIGURA 10: Mapa de risco para Janeiro de 2007.	49
FIGURA 11: Método SCAN para Janeiro de 2007.	49
FIGURA 12: Mapa de risco para Abril de 2008.	51
FIGURA 13: Método SCAN para Abril de 2008.	51
FIGURA 14: Mapa de risco em Dezembro de 2009.	53
FIGURA 15: Mapa SCAN em Dezembro de 2009.	53
FIGURA 16: Mapa de risco em Dezembro (2008), Janeiro (2009), Fevereiro (2009).	55
FIGURA 17: Mapa SCAN em Dezembro (2008), Janeiro (2009), Fevereiro (2009).	55
FIGURA 18: Mapa de risco do ano de 2009, segundo DML.	57
FIGURA 19: Mapa SCAN do ano de 2009, segundo DML.	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Tipo dos acidentes de transporte das vítimas fatais, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.	35
TABELA 2: Número de vítimas fatais, segundo o sexo das vítimas, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.	36
TABELA 3: Número de casos dos acidentes de trânsito das vítimas fatais, segundo a natureza dos acidentes, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.	36
TABELA 4: Números de casos e percentual dos acidentes de trânsito das vítimas fatais, segundo o dia da semana, na cidade de João Pessoa no Período de 2004 a 2009.	40
TABELA 5: Números de casos e percentuais dos acidentes de trânsito das vítimas fatais, segundo faixa etária e sexo, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.	41

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Interpretação do risco relativo.	31
QUADRO 2: Universo de discurso das variáveis de entrada e saída do sistema <i>fuzzy</i> .	60

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2004, segundo DML.	37
GRÁFICO 2: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2005, segundo DML.	37
GRÁFICO 3: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2006, segundo DML.	38
GRÁFICO 4: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2007, segundo DML.	38
GRÁFICO 5: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2008, segundo DML.	39
GRÁFICO 6: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2009, segundo DML.	39
GRÁFICO 7: Funções de pertinência da variável de entrada: SemSCAN e ComSCAN.	58
GRÁFICO 8: Funções de pertinência da variável de entrada: NãoEstaPeriodoFeiras e EstaPeriodoFeiras.	59
GRÁFICO 9: Funções de pertinência da variável de entrada: NãoEstaUltimos3Meses e EstaUltimos3Meses.	59
GRÁFICO 10: Funções de pertinência da variável de entrada: Risco Muito Alto, Risco Alto, Risco Médio, Risco Muito Baixo e Risco Baixo.	59
GRÁFICO 11: Funções de pertinência da variável de entrada: Correlação Alta Positiva, Correlação Alta Negativa, Correlação Moderada Positiva, Correlação Moderada Negativa e Correlação Fraca.	60
GRÁFICO 12: Funções de pertinência da variável de saída cujos termos linguísticos foram: “prioritário” e “não-prioritário”.	60
GRÁFICO13: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Ernesto Geisel no mês de Janeiro.	63
GRÁFICO 14: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Manaíra no mês de Abril.	63
GRÁFICO 15: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Cabo Branco no mês de Agosto.	64
GRÁFICO16: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Bessa no mês de Março.	64
GRÁFICO 17: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Oitizeiro no mês de Abril.	65
GRÁFICO 18: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Róger no mês de Novembro.	65
GRÁFICO 19: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Cruz das Armas no mês de Agosto.	66
GRÁFICO 20: Resultado do modelo linguístico <i>fuzzy</i> no bairro do Distrito	66

Industrial no mês de Janeiro.

GRÁFICO 21: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Tambia 67
no mês de Agosto.

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que o álcool têm participação em 40% a 60% nas mortes por acidente de trânsito em todo o mundo. Na China, por exemplo, foi detectada forte associação entre adoção de altas velocidades e ocorrência de acidentes de trânsito envolvendo motociclistas. A gravidade dos acidentes é diretamente proporcional a velocidade desenvolvida pelos veículos (LIN *et al*; 2003). Foi detectado também na Espanha que há uma forte associação entre direção de motociclista em alta velocidade (acima do limite de velocidade permitido) e o risco de colisões (LARDELLI *et al*; 2005). No Brasil, a “Lei Seca” foi adotada com o objetivo de diminuir o número de vítimas de acidente de trânsito. Dados do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) apontam redução de 796 casos (-22,6%) se comparado aos registros do período pós “Lei Seca” (segundo semestre de 2007), sendo pertinente destacar que as regiões Sudeste e Nordeste são as que anotaram as maiores reduções de mortalidade (com -42,4% e -21% de queda, respectivamente). Por outro lado, as menores reduções encontram-se nas regiões Centro-Oeste (-9,5%) e Norte (-8,7%). A única região do Brasil com o aumento da mortalidade após o advento da “Lei Seca” foi a Região Sul com 4,4% (MALTA *et al*, 2010).

As taxas de acidentes de transporte observadas no Brasil, que incluem os acidentem de trânsito encontram-se entre as mais elevadas do mundo (18,9/100.000 habitantes), tendo sido responsáveis por 33.620 mortes no ano de 2004. No estado do Rio Grande do Sul em 2000, os acidentes de trânsito representaram 29,4% (PEREIRA; LIMA, 2006). Convém destacar que o Relatório Executivo dos Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas rodovias brasileiras (período de 2004 a 2005), referente às estatísticas de acidentes de trânsito, revelou que o número de mortes no local foi de 6.119 e 6.352 casos de óbitos em 2004 e 2005; respectivamente. O relatório também apresenta as taxas de morte pós-acidente, que foram de 4.067 em 2004 e de 4.064 óbitos em 2005 (IPEA, 2006).

Em 2006, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) demonstrou que os impactos sociais e econômicos dos acidentes trânsito nas rodovias brasileiras foram bastante significativos, sendo estimado que os custos reais gerados pelos

acidentes de trânsito foram da ordem de 24,6 bilhões de reais, custos estes gerados com os cuidados em saúde. As consequências dos acidentes de trânsito vão desde à atenção pré-hospitalar, hospitalar e de reabilitação, assim como o tratamento das incapacidades geradas, os anos potenciais de vida perdida o impacto nas famílias das vítimas e na sociedade em geral. Tal realidade tem levado evidentemente as instituições internacionais e nacionais a reconhecer a sobrecargas que estes acidentes produzem nos sistemas de saúde e o significado custo social e econômico que representam (SOARES; BARROS, 2006). No Brasil, os fatores que contribuem para as elevadas taxas de acidentes de trânsito são: falta de planejamento urbano, desenho inapropriado das vias de tráfego, comportamento imprudente dos motoristas, grande movimento de pedestres sob condições inseguras e a precariedade da educação e da fiscalização do trânsito (SOARES, BARROS, 2006). A imprudência dos motoristas, alta velocidade e bebidas alcoólicas, são os principais fatores responsáveis pela alta incidência dos acidentes com vítimas, respondendo aproximadamente por 70% dos acidentes violentos com mortes no trânsito (ABREU *et al*; 2007).

O Ministério da Saúde, visando instrumentalizar e articular ações de prevenção, apresenta o *Programa de Redução da Morbimortalidade por Acidentes de Trânsito – Mobilizando a Sociedade e Promovendo Saúde* lançado no ano de 2002. O programa focalizava as ações a serem implementadas nos aglomerados urbanos onde se concentram a maior parte da malha viária e as ocorrências de casos e óbitos. O programa tem por objetivo realizar atividades de promoção da saúde mobilizando órgãos governamentais, não-governamentais e a população em geral, visando realizar a redução da morbimortalidade causada pelos acidentes de trânsito. Suas três diretrizes são: *planejamento participativo* em que os órgãos responsáveis possam construir seus planos locais e regionais, atendendo a suas especificidades e particularidades; *descentralização administrativa*, diretriz constitucional e princípio legal do Sistema Único de Saúde (SUS), que permeia a implementação de todas as políticas de saúde e; *a intersectorialidade* que estabelece parcerias nas ações de prevenção e de promoção da redução da morbimortalidade por acidentes de trânsito (INFORME TÉCNICO INSTITUCIONAL, 2002).

Na cidade de João Pessoa, segundo o relatório de Estatística de Acidentes de

Trânsito da Superintendência de Transportes e Trânsito (STTrans), ocorreram no total 4759 acidentes de trânsito no período de 2008. Destes, 75,85% acidentes sem vítimas, 22,21% com vítima não fatal e 1,92% com vítimas fatal. Os tipos mais freqüentes foram: colisão/abalroamento com 44%, não informado com 32% e atropelamento e choque com objeto fixo apresentando 11%. Na análise espacial os bairros do Cristo Redentor, Cruz das Armas e Valentina apresentou as maiores quantidades de acidentes de trânsito do tipo fatal (STTrans, 2009).

Analisando o aumento das estatísticas dos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa o presente trabalho busca identificar os bairros prioritário e não-prioritário de acidentes de trânsito. Para a resolução deste problema foi aplicado a lógica *fuzzy* (em especial) para a identificação dos bairros prioritário e não-prioritário como também a análise espacial para verificar a distribuição dos acidentes. Na análise espacial foram aplicadas as análises do risco relativo e varredura SCAN no município de João Pessoa.

2. OBJETIVO DO ESTUDO

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a mortalidade nos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009, a partir das análises das estatísticas descritivas, distribuição espacial e lógica *fuzzy*, para a tomada de decisão das áreas prioritárias e não-prioritárias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar um estudo descritivo dos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa;

Identificar os bairros de João Pessoa com maior risco relativo de acidente de trânsito;

Identificar os conglomerados espaciais significativos de bairros no município de João Pessoa;

Desenvolver um modelo de tomada de decisão científica identificando as áreas prioritárias e não-prioritárias dos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa.

3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

As causas externa sem especial os acidentes de trânsito, são um problema identificado no Brasil e no mundo, a partir da década de 80 principalmente. Os acidentes e as violências passaram a ser a segunda causa de óbitos, sobrecarregando os serviços de saúde (BRASIL, 2005).

Uma das ferramentas para a diminuição dos acidentes de trânsito passa pela análise da distribuição espacial, ou seja, a partir da localização das principais áreas de acidente é possível propor medidas no âmbito da conscientização de medidas preventivas. Diante do exposto, faz-se necessário a identificação das áreas prioritárias e não-prioritárias de acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa, a fim reduzir a mortalidade por este tipo de causa.

A modelagem da distribuição dos acidentes de trânsito é realizado em duas etapas: a primeira é a análise espacial que estuda a distribuição espacial dos acidentes por bairro de João Pessoa e o segundo a lógica *fuzzy* que identifica os bairros prioritários e não-prioritários de acidentes de trânsito. Com a análise espacial e lógica *fuzzy* é possível a tomada de decisão preventiva e eficaz, tanto no âmbito da prevenção (políticas de trânsito), como no atendimento às vítimas e também nos seus tratamentos (hospitais).

Este trabalho se justifica por três razões: em primeiro lugar, a falta de instrumentos de monitoramento e prevenção que orientem os órgãos públicos a definir políticas de mitigação dos acidentes que chegam a causar prejuízos de bilhões ao país. Em segundo lugar, a identificação de áreas prioritárias, permitirá direcionamento de ações preventivas e otimização dos atendimentos às vítimas. Em terceiro lugar, a tomada de decisão para identificação das áreas prioritárias e não-prioritárias permitirá a orientação de uma política mais estratégica, adequada as particularidades dos bairros onde ocorrem os acidentes de trânsito.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo alguns estudos baseados na literatura científica observa-se que no México foi desenvolvido um trabalho transversal por Solorzano *et al* (2005), mais especificamente em Cuernavaca e Morelos, os fatores de risco associados à severidade dos ferimentos ocorridos sobre ruas e área urbana. As variáveis foram: idade, sexo, escolaridade, ingestão de álcool, hora da ocorrência, tipo de lesão e gravidade em uma via pública. Estas variáveis foram associadas com a severidade dos ferimentos, utilizando um modelo de regressão multivariado e uma análise descritiva. Nos resultados notou-se que entre os 492 feridos, 4,67% deles eram fatais, 72% das lesões eram severas e 52% das vítimas morreram nas estradas.

Na Espanha, foi realizado um estudo do tipo ecológico desenvolvido por Ruiz *et al* (2007), que verificou a relação existente entre as causas dos acidentes e o consumo do álcool, a cultura, a educação e a renda, por meio de regressão linear simples. Eles concluíram que há uma forte associação entre o consumo do álcool e as causas de morte no trânsito enquanto ocorre o oposto com a cultura e a educação, onde há uma baixa associação entre elas e as causas dos acidentes de trânsito.

Já na Itália, foi desenvolvida uma investigação científica por Torre *et al* (2007), no período de 1999-2002, buscando identificar os determinantes dos acidentes de trânsito. Foram usados o coeficiente de correlação de *Spearman* e uma regressão múltipla na análise, para avaliar a associação entre duas variáveis (taxa de mortalidade e casos de acidentes fatais) e as variáveis sócio-demográficas. O estudo concluiu que existe uma forte associação da mortalidade e taxas de acidentes com as variáveis sócio-demográficas e nenhuma associação da mortalidade com os casos de acidentes fatais. Na análise espacial foram gerados dois mapas: uma das taxas de mortalidade por 100.000 pessoas por região e o outro das taxas de casos fatais por 100.000 pessoas por região. Com a análise espacial é possível verificar a distribuição do tráfego dos acidentes, como também a distribuição espacial dos casos fatais. A partir da correlação *Spearman* foi verificada uma associação do uso do álcool com os acidentes de trânsito.

No estado de Nuevo León, México, Rissa *et al* (2008) estudaram o efeito do

álcool nos veículos a motor no primeiro semestre de 2003. Foi elaborada uma análise descritiva com o tipo de morte, cenário do acidente e as vítimas que sobreviveram aos acidentes menos de duas horas, nas áreas metropolitanas e não metropolitanas de Nuevo León. Neste trabalho foi aplicada uma análise da severidade dos ferimentos em relação ao mecanismo dos acidentes e se verificou a associação do efeito do álcool com as variáveis do estudo (sexo, faixa etária e o mecanismo do acidente). O estudo concluiu que o consumo e efeito do álcool estão principalmente associados ao sexo masculino na faixa etária dos 16 aos 45 anos de idade.

Em Roma, Itália, um estudo da localização espacial dos acidentes, utilizando duas fontes de dados (saúde e polícia) por CHINI *et al* (2009) verificou a associação entre a quantidade de lesões no corpo, natureza dos acidentes, hora dos acidentes, fatores de risco (sexo e faixa etária) e a internação hospitalar. Os estudos foram feitos através de um modelo de regressão logística. A partir dos resultados foi possível criar mapas de distribuição por severidade dos ferimentos, mapas do envolvimento de pedestre relacionado com o tipo de veículo e mapas identificando o número de acidentes nas ruas. Foi identificado que as maiores vítimas de acidente são jovens do sexo masculino. Em se tratado das internações, os ciclistas, pedestres e pessoas com veículos de duas rodas são as principais vítimas e a natureza dos acidentes de trânsito mais presente é a colisão.

Numa perspectiva dos estudos brasileiros, foi realizado no ano de 2004, uma análise pelo Ministério da Saúde (2007) em cinco regiões do Brasil (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste), para descrever o cenário da mortalidade através de um estudo descritivo e análise espacial dos acidentes de trânsito. Os resultados demonstraram que os maiores riscos de morte concentram-se nas faixas etárias de 60 e mais e de 40 a 59 anos em todas as regiões do Brasil. No Brasil os pedestres, as pessoas de raça/cor negra apresentam risco de morte mais elevado que os brancos nas regiões. Na análise espacial, os maiores riscos de acidentes de trânsito concentram-se nos municípios de alta renda e baixo analfabetismo, havendo a partir de 1997 uma tendência de queda das taxas (BRASIL, 2007).

No Estado de Santa Catarina (período de 2002 a 2005), um estudo foi desenvolvido nas rodovias estaduais, identificando os seus segmentos mais críticos

(FRANÇA; GOLDBER, 2008). Foi analisado as quantidades de acidentes por segmento de um quilômetro de rodovias. Para isso foi realizado uma análise espacial que identificou as áreas prioritárias e agregando as características da via e do seu entorno. Em 2009, foi realizado um trabalho por Almeida *et al* (2009) com o objetivo de analisar e categorizar os principais fatores associados à ocorrência de acidentes na BR 163, no estado do Mato Grosso. A análise descritiva dos acidentes de trânsito e posteriormente análise de testes de qui-quadrado, destacaram os fatores associados à maior chance de ocorrência dos acidentes com maior gravidade, com nível de significância $\alpha \leq 0,05$. Constatou-se nos resultados que as naturezas dos acidentes ocorridos na BR 163 mais frequentes foram: atropelamento de pedestre (88,9%) e a colisão frontal (75,9%). Os dois principais fatores que contribuíram para os acidentes foram: desobediência à sinalização, defeito na via e velocidade incompatível.

Estudos desenvolvidos pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2004) englobando quatro cidades do Brasil: Belém, Recife, São Paulo e Porto Alegre, no ano de 2002. O estudo tinha por objetivo identificar as taxas de ocorrência de acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas e caracterizar os impactos causados pelos acidentes. Por fim, indicou que a colisão lateral e traseira respondem por 65% dos acidentes em Belém, 67% em Recife, 69% em Porto Alegre e 44% em São Paulo.

No estudo realizado em 2004 (BRASIL, 2007), foi observado que, quanto ao gênero, o sexo masculino está mais envolvido nos acidentes se comparado ao feminino; esta constatação inverteu-se nos municípios de Recife e Porto Alegre. Quanto ao nível de escolaridade, nas amostras de Belém e Recife o nível predominante entre os condutores envolvidos em acidentes foi o segundo grau; nas amostras de São Paulo e Porto Alegre este nível foi superior.

Em Feira de Santana/Bahia, realizou-se um estudo que analisou as residências das vítimas, levando em consideração a inserção socioeconômica (ARAÚJO *et al*; 2005). O trabalho foi realizado em cada bairro da cidade onde foi descrita a distribuição espacial da mortalidade, utilizando o bairro de residência das vítimas, segundo o nível socioeconômico. Dos 44 bairros estudados, houve uma divisão em quatro estratos de condição socioeconômica: baixa, média-baixa, média e alta. No

produto da conclusão foram calculados os coeficientes de mortalidade por acidentes de trânsito (por 100.000 habitantes), para cada bairro de Feira de Santana. Na análise espacial, foram confeccionados mapas da condição socioeconômica por bairro e os mapas dos acidentes de trânsito, segundo local de residência das vítimas. Com isso, verificou-se uma menor taxa de mortalidade por acidente de trânsito nas áreas com maior nível socioeconômico.

Em 2006, Santos e Júnior, (2006b) realizaram uma pesquisa no município de São Carlos/São Paulo com o objetivo de demonstrar a aplicação da análise exploratória de dados espaciais, para a identificação das áreas críticas de acidentes de trânsito em cidades de médio porte, tendo como área de estudo o Município de São Carlos – SP – Brasil. Foram gerados mapas da distribuição espacial identificando as áreas de transição dos acidentes de trânsito e identificação da zona crítica de acidentes, no período de 2001 a 2003.

Outro trabalho realizado em 2006, por Santos e Júnior (2006a) tinha por objetivo identificar as tendências de deslocamento dos acidentes de trânsito no Município de São Carlos, utilizando as ferramentas da Estatística Espacial. Nos resultados observou-se uma grande concentração nas áreas centrais da cidade, com vários acidentes do tipo atropelamentos e acidentes fatais nas áreas periféricas.

Ainda em 2006, no Município de Maringá/PR foi desenvolvido um estudo cujo objetivo foi analisar os fatores associados ao risco de internação das vítimas com os acidentes de trânsito (SOARES; BARROS, 2006). Na análise, foram estimadas as incidências de internação (risco de internação) segundo as categorias de cada variável independente e as razões entre as incidências com intervalo de 95% de confiança. Os resultados foram apresentados na forma de distribuição das vítimas internadas, risco relativo e respectivo intervalo de confiança de 95%, segundo as características das vítimas (sexo, faixa etária, categorias, escala de trauma) e dos acidentes (época do ano, tipo de acidente com ciclista, tipo de acidente com motociclista). Sendo possível constatar que os maiores riscos de internação estão entre os pedestres, ciclistas, motociclistas, pessoas com idade acima dos 50 anos e os condutores de veículos residentes no próprio município.

Na cidade do Rio de Janeiro foi concluído um trabalho por Souza *et al* (2006), com dois objetivos: o primeiro de caracterizar a população vítima dos acidentes de

trânsito, identificando a população que está mais vulnerável à ocorrência de acidentes; o segundo objetivo de mostrar a importância do registro do local de ocorrência do acidente para melhor identificação das áreas de risco. A análise espacial mostrou que há diferença entre o local de residência da vítima e o local onde ocorreu o acidente em todas as divisões estudadas da cidade do Rio de Janeiro.

Em Minas Gerais (ano de 2007), foi realizado um estudo na cidade de Uberlândia-MG, utilizando metodologia desenvolvida por Bernardino (2007), para a identificação das áreas críticas. O autor teve por objetivo caracterizar os acidentes de trânsito, identificando as vias, trechos e os cruzamentos com maior número de acidentes, através da Unidade Padrão de Severidade (UPS). Foi possível a identificação das vias, trechos e cruzamentos dos maiores números de acidentes ocorridos no trânsito e dos números mais altos de UPS entre os anos de 2000 e 2004.

Em 2008, foi proposta por Soares (2008) uma análise de rede do tipo *buffer* no município de João Pessoa/PB, que identificou três pontos críticos na cidade. Possibilitando a elaboração de vários mapas temáticos aliados aos gráficos e aos demais dados do sistema viário local, possibilitando um melhor entendimento onde os acidentes ocorrem. Na mesma cidade, Soares et al (2009), realizou um estudo para verificar a severidade dos acidentes de trânsito, identificar os bairros com maior número de casos de acidentes e a natureza dos acidentes mais freqüente, no período de janeiro a dezembro de 2008. Dentre os resultados notou-se que a natureza que mais contribuiu foi do tipo colisão/abalroamento com 44% dos registros. Na análise espacial observou-se que os bairros de Mangabeira e Centro localizados na cidade de João Pessoa possuíram maior severidade.

Em 2009, um estudo em Goiânia/Goiás desenvolvido por Minamisava *et al* (2009) teve por objetivo analisar a distribuição espacial das mortes por homicídios e por acidentes de trânsito combinado com as variáveis socioeconômicas entre jovens de 15 a 24 anos. Para sua realização, foi utilizada a Estatística SCAN, sendo aplicado o modelo Poisson para identificar os grupos de setores censitários com alta mortalidade devido a lesões intencionais e os acidentes de trânsito. Os resultados apresentaram: em relação ao perfil socioeconômico que a maior parte das vítimas

possuem menor escolaridade, menor renda e condições precárias de moradia. A faixa etária dos 20 aos 24 anos, foram as principais de vítimas de acidente de trânsito com 60% e os motociclistas com 25,6%. Na análise espacial verificou-se que não houve conglomerados significativo no município de Goiânia.

Em 2010, um outro estudo em João Pessoa também desenvolvido por Soares *et al* (2010) teve por objetivo investigar os acidentes de trânsito ocorridos em 2009 envolvendo motociclistas na cidade de João Pessoa. Os dados foram classificados por área (bairros) e a ferramenta de análise foi do tipo agrupamento. Os resultados mostraram que as motocicletas representam 23,5% da frota cadastrada na cidade de João Pessoa e o percentual deste tipo de veículo envolvido em colisão/abalroamento foi de 35%. Outro fato merecedor de destaque é que o mês que apresentou maior ocorrência foi em agosto com 309 acidentes e por dia da semana no domingo com 558 acidentes. No que se refere à faixa horária, o pico ocorreu no intervalo de 18:00 horas às 19:00 horas. As vítimas envolvidas nos acidentes de trânsito foram os motociclistas, que eram na maioria do sexo masculino e tinham faixa etária de 18 a 29 anos. E por fim, na análise da distribuição da espacial dos acidentes de motocicleta, destacou o bairro de Mangabeira com 292 ocorrências.

5 METODOLOGIA

5.1 ÁREA DE ESTUDO

Á área de estudo é a cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, situada no nordeste do Brasil, com uma extensão territorial de 211 km², com uma população estimada pelo censo em torno de 674.762 habitantes, para o ano de 2008 (IBGE, 2009). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de João Pessoa está dividido em 64 bairros, de acordo com a FIGURA 1.

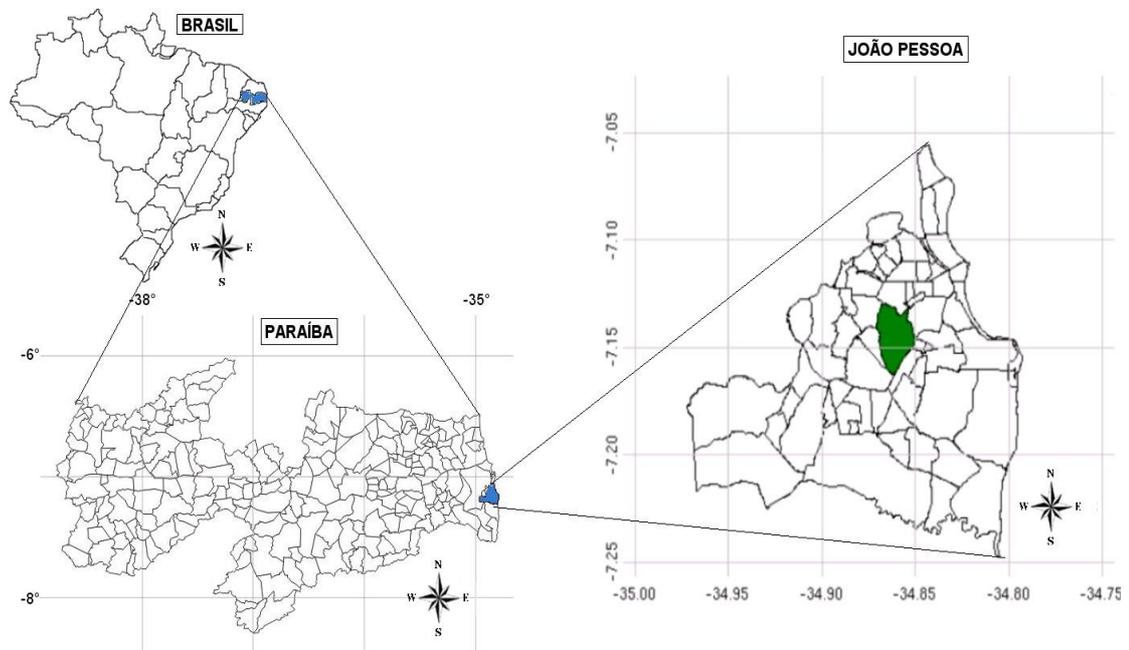


FIGURA 1: Mapa de localização da cidade de João Pessoa, Paraíba. João Pessoa, PB, 2009.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo dos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009, cuja população foi todas as vítimas fatais deste tipo de acidente. As análises foram numa primeira observação um estudo dos bairros agregados e depois separadamente. Os dados foram de uma fonte secundária, levantados no Departamento de Medicina Legal (DML). Para análise e processamento, os dados foram armazenados numa planilha eletrônica, com as variáveis necessárias para o estudo, gerando os bancos de dados relacionados a

cada estudo individualmente, a saber: Risco Relativo, varredura SCAN e lógica *fuzzy*.

A análise estatística teve início com a aplicação de um teste de normalidade, cuja hipótese foi testada através do teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov*, que foi realizado no *software* R. Foram realizadas análises descritivas a partir das seguintes variáveis: sexo da vítima, faixa etária da vítima, natureza dos acidentes, horário e dia da semana que ocorreram. A partir dessas variáveis foram gerados tabelas e gráficos.

A primeira etapa após a aplicação do teste de normalidade foi a organização do banco de dados para a análise espacial. Nesta análise foram gerados os mapas de risco relativo mensais de mortalidade por acidente de trânsito da cidade de João Pessoa, que tem por objetivo identificar os bairros com maior risco de acidente. Logo, depois foram gerados os mapas da varredura SCAN mensais de mortalidade, que tem por objetivo identificar os bairros significativos e por meio desta análise observar os conglomerados existentes. Foram feitos os mapas da varredura SCAN a 3%, 5%, 7%, 10% e 15% da população e depois, foram comparados com os mapas de risco relativo, verificando qual percentual da população melhor se adequa aos mapas de risco.

Após serem realizadas as análises espaciais, deu-se prosseguimento à escolha do modelo de decisão baseado na lógica *fuzzy*. Nesta etapa foram criadas as variáveis de entrada (Risco Relativo, SCAN mensal, SCAN período de férias, SCAN últimos 3 meses e Tendência de Crescimento) e a variável de saída (prioritárias e não-prioritárias) e as funções de pertinência, para cada uma delas. No resultado final foi possível identificar as áreas prioritárias e não-prioritárias da cidade de João Pessoa.

5.3 TESTE DE NORMALIDADE (*Kolmogorov-Smirnov*)

O teste de normalidade foi aplicado para verificar que tipo de análise espacial poderia ser aplicado aos dados. Nos casos de não normalidade dos dados, a técnica de análise espacial que melhor se adequou aos dados foi a da varredura SCAN. Foi aplicado o teste de normalidade de *Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)* para testar se a

distribuição das variáveis pode ser aproximada pela distribuição Normal (SIEGEL, 1975). Para realizar o teste consideramos duas estatísticas:

$$D = \{ \max F_n(x) - F(x) \}$$

onde: $F(x)$ representa a função de distribuição acumulada assumida para os dados; $F_n(x)$ representa a função de distribuição acumulada empírica dos dados. É definida para todo o valor de x e que para cada x dá a proporção de elementos da amostra menores ou iguais a x . Se o p-valor for maior que 0,05, conhecido como nível de significância então os dados possuem distribuição normal.

5.4 ANÁLISE DE DADOS ESPACIAIS EM SAÚDE

Para a Epidemiologia, a análise da distribuição espacial e de seus determinantes é importante para a análise da difusão de uma doença (MEDRONHO et al; 2009). O primeiro caso registrado de estudo utilizando análise espacial em saúde foi o produzido por John Snow em 1854, que durante uma epidemia de cólera, mapeou as residências das pessoas mortas pela doença e os poços d'água que abasteciam as casas em Londres. Para resolver o problema da transmissão de cólera ele construiu um mapa (BRASIL, 2006). Foi verificado que existiu uma associação espacial entre as mortes por cólera e suprimento de água de um dos poços, mapeando assim a origem da epidemia, como pode ser observado na Figura 2. O uso das técnicas de análise espacial na Epidemiologia tem como objetivo identificar padrões espaciais de morbidade ou mortalidade, descrevendo a difusão das doenças. Com o estudo do John Snow, a Epidemiologia começou a utilizar este instrumento metodológico de forma mais constante (MEDRONHO et al; 2009).



FIGURA 2: Mapa dos óbitos por cólera em Londres no ano de 1834

A utilização dos mapas é fundamental para o estudo da análise espacial na epidemiologia, pois facilita a tomada de decisão das áreas que merecem um olhar mais atento sobre determinado fenômeno. Para isso é preciso entender determinados conceitos. A começar pela definição do espaço geográfico, que é uma coleção de localizações na superfície da Terra, onde ocorrem fenômenos geográficos e é definido em função de suas coordenadas, sua altitude e sua posição relativa (SOUZA; MORAES, 2003). No caso desta dissertação, tem-se como espaço geográfico a cidade de João Pessoa.

Os dados foram do tipo dados de área, que são estudos de fenômenos que ocorrem no espaço geográfico, cuja localização está associada a áreas delimitadas por polígonos (ASSUNÇÃO, 2001; CARVALHO, 1997; DRUCK et al, 2004).

Nos últimos anos, com o desenvolvimento dos recursos de informática e das bases cartográficas digitais, iniciou-se um grande avanço em diversas áreas da ciência como a cartografia, a epidemiologia e a estatística. Neste período foi possível manusear e armazenar as informações e realizar análises de dados de forma mais fácil, por conta do acesso a sistemas computacionais simples e baratos (MARGONARI et al; 2006).

5.5 ESTATÍSTICA SCAN

A estatística de varredura SCAN foi desenvolvida por Kulldorff e Nagarwalla em 1995. Na metodologia da estatística SCAN as informações das áreas estão associadas aos centróides. Em seguida, observam-se as áreas significativas mais prováveis (LUCENA, 2010).

A estatística SCAN é usada para detectar conglomerados em processo pontual (KULLDORFF, 1997). O modelo probabilístico utilizado neste método foi o modelo de Poisson (KULLDORFF; NAGARWALLA, 1995).

A estatística de varredura SCAN é iniciada calculando a distância de cada \square_i ($i = 1, 2, \dots, k$), onde k são sub-regiões (cidade, países, bairros). Logo depois é colocado sobre cada centróide um círculo cujo raio vai aumentando, de modo a envolver um novo centróide. Sendo que cada ponto colocado no círculo z , denota o número de vezes do evento em análise (o_i) e o valor esperado (e_i). O objetivo é detectar regiões em que z (número de eventos) é significativamente maior que o esperado (NEIL *et al*; 2005).

A varredura SCAN é baseada nas seguintes hipótese: H_0 da qual não há conglomerados espaciais na região de análise e a $H_1(z)$, onde a região z detecta conglomerado espacial. Estas hipóteses são baseadas na razão de verossimilhança dada por $F(z)$ para um círculo z , sendo definida entre a razão de verossimilhança das informações sob a hipótese alternativa ($H_1(z)$) seguido pela verossimilhança sob a hipótese nula (H_0) (NEIL *et al*; 2005).

$$F(z) = \frac{P(\text{Dados} | H_1(z))}{P(\text{Dados} | H_0)}$$

Se a hipótese nula ou alternativa tem parâmetros livres, pode-se computar a estatística de razão de verossimilhança usando o máximo de probabilidade dos valores dos parâmetros que é dada por:

$$F(z) = \frac{\max_{\theta_1(z) \in \Theta_1(z)} P(\text{Dados} | H_1(z), \theta(z))}{\max_{\theta_0 \in \Theta_0} P(\text{Dados} | H_0, \theta_0)}$$

onde $\theta_1(z)$ é uma estimativa do parâmetro para o círculo z que pertence ao conjunto de todas as estimativas pertencentes aos parâmetros $\Theta_1(z)$; θ_0 é a estimativa do parâmetro sob a hipótese nula e Θ_0 é o conjunto de todas as estimativas sob a hipótese nula.

Uma região com alto valor de razão de probabilidade pode estar sob a hipótese alternativa (ou seja, há agrupamento na região Z) e não estar sobre a hipótese nula de não haver agrupamento (NEIL, 2009). Quando encontrada as áreas com os maiores escores de $F(z)$, deve-se determinar as regiões que são estatisticamente significativas. A significância estatística é dada pela simulação de Monte Carlo com $\alpha = 0,05$ (MOURA, 2006). A simulação de Monte Carlo gera número aleatório, segundo certa distribuição e calcula a estatística.

Na varredura SCAN a restrição está relacionada ao percentual da população sob risco. Não há na literatura uma padronização perfeita para o percentual da população, com isso devem-se analisar vários percentuais e encontrar a que melhor se adequa a cada tipo de estudo (LUCENA; MORAES, 2009).

5.6 RISCO RELATIVO

Seja uma região geográfica formada por áreas contínuas e disjuntas, denotadas por A_1, A_2, \dots, A_k . Seja X uma variável aleatória, definida como o número de ocorrências do evento então, as observações das n áreas serão denotadas por x_1, x_2, \dots, x_n esteja associada a área A_i , com população n_i ($i=1, 2, \dots, k$). O risco relativo de uma área A_i denotada por θ_i , é o quociente entre a incidência do fenômeno em estudo sobre a região A_i e a incidência correspondente a toda região de estudo (LUCENA, 2010).

$$\theta_i = \frac{x_i / n_i}{\sum x_i / \sum n_i}$$

O risco relativo é a razão da taxa de incidência de um bairro pela taxa de incidência de toda a região. Quando o risco relativo de um bairro é inferior a um, apresenta um risco inferior ao da região e quando é superior a um, o risco relativo deste bairro é superior ao da região.

A interpretação do mapa de risco relativo é feita da seguinte forma:

Risco Relativo	Interpretação do Risco Relativo
0 a 0,5	Bairros onde o risco relativo variou entre 0 a 0,5, ou seja, risco relativo é inferior a metade do risco global da região de estudo.
0,5 a 1,0	Bairros onde o risco relativo variou entre 0 a 0,5, ou seja, risco relativo é superior a metade do risco global da região de estudo.
1,0 a 1,5	Bairros onde o risco relativo variou entre 0 a 0,5, ou seja, risco relativo é superior ao risco global da região de estudo em menos de 50%.
1,5 a 2,0	Bairros onde o risco relativo variou entre 0 a 0,5, ou seja, risco relativo é superior em mais da metade ao risco global da região de estudo.
> 2,0	Bairros onde o risco relativo apresentou-se maior que 2.

QUADRO 1: Interpretação do risco relativo.

5.7 CONCEITOS DE LÓGICA FUZZY

Na Teoria dos Conjuntos Clássicos, cada conjunto A de um universo X é definido pela função $\mu_A: X \rightarrow \{0,1\}$, que é definida por:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in A \\ 0 & \text{se } x \notin A \end{cases}$$

ZADEH (1965) define que:

Definição 1. Seja X um espaço de pontos, com um elemento genérico de X denotado por x . Um conjunto *fuzzy* A em X é caracterizado por uma função de pertinência $\mu_A(x)$ que associa a cada ponto em X um número real no intervalo $[0,1]$,

onde $\mu_A(x)$ representa para x o seu grau de pertinência em A . Quando $\exists x \in X$, tal que $\mu_A(x) = 1$ então A é dito ser normalizado.

Quando $\mu_A(x) = 1$ diz-se que x é compatível A em X e quando $\mu_A(x) = 0$, diz que x é incompatível com A em X (MORAES, 1998).

5.7.1 VARIÁVEL LINGUÍSTICA

As variáveis linguísticas podem ser expressas qualitativamente, por meio dos termos linguísticos e quantitativamente pela função de pertinência. Todas as variáveis linguísticas têm um conjunto *fuzzy*, conhecidos como termos primários que é o conjunto de valores que a variável pode ter. Por exemplo, a variável *fuzzy* altura tem um conjunto de termos primários “baixo”, “médio” e “alto”, lembrando que cada termo primário é um conjunto *fuzzy*. Cada um dos termos linguísticos (baixo, médio e alto), admite valores numéricos sobre o intervalo $[0, RP_{\max}]$, pela função de pertinência. Cada termo linguístico está ligado a um conjunto *fuzzy*, que é definido sobre um universo de discurso (BENINI; JUNIOR, 2010).

5.7.2 SISTEMA BASEADO EM LÓGICA FUZZY

Um Sistema Baseado em Lógica *fuzzy* tem como função modelar as ações a começar pelo sistema baseado em regras. Uma estrutura de um Sistema Baseado em Lógica *fuzzy* foi proposta por Mamdani e pode ser vista na Figura 3.

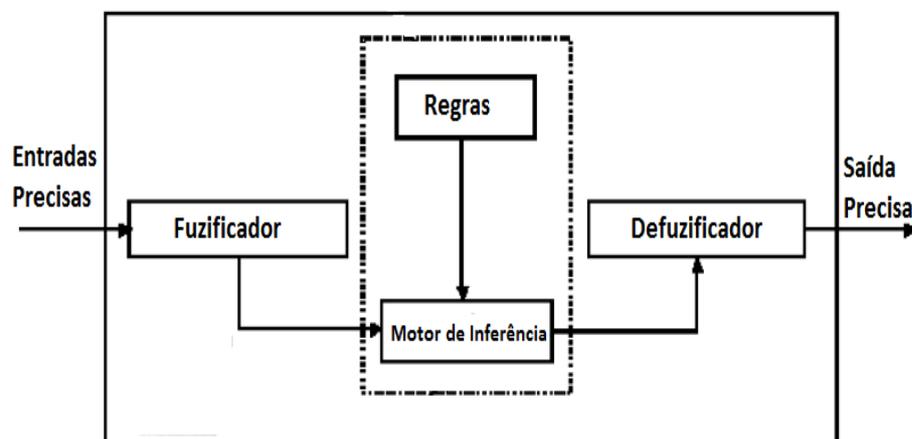


FIGURA 3: Estrutura básica de um sistema baseado em lógica *fuzzy*

Os componentes básicos do *Sistema Baseado em Lógica fuzzy* são:

a) Interface de *Fuzificação*

Nesta etapa se faz a ligação dos elementos de entrada com a base de conhecimento, onde se desenvolve um modelo linguístico *fuzzy*. Com isso, é necessário traduzir as variáveis linguísticas (OLIVEIRA, 2004).

b) Base de Conhecimento

No projeto de sistemas especialistas ocorre um problema que consiste na especificação da base de conhecimento (NOBRE; PALHARES, 1997). A especificação da base contém informações sobre regras e variáveis, que podem ser obtidas de diferentes maneiras: baseando-se na experiência e conhecimento de especialista, das características dinâmicas do processo ou através da implementação de algoritmos de aprendizagem (NOBRE; PALHARES, 1997).

c) Procedimento de Inferência

O procedimento de inferência processa os termos linguísticos, definidos pela função de pertinência na etapa da *fuzificação*. Nesta etapa as regras fuzzy se alia ao procedimento de inferência.

d) Interface de *Defuzificação*

O modelo linguístico *fuzzy* do tipo Mamdani dar como resposta um conjunto *fuzzy* (OLIVEIRA, 2004). Fornecendo um número que representa a distribuição de possibilidades. Para a escolha desse valor numérico existem diversas técnicas entre elas: Média dos Máximos, Centro de Área e Método das Alturas (ORTEGA, 2001).

5.7.3 REGRAS FUZZY

A regra *fuzzy* transmite um informação específica que seja capaz de retratar um sistema em diversas possibilidades (ORTEGA, 2001). As regras são anexadas por um parte antecedente e uma consequente (ORTEGA, 2001). Uma regra pode vir composta de conjunções e disjunções e ainda pode levar a mais de uma conclusão. (MORAES, 1998). Por exemplo:

SE(<condição 1> OU <condição 2>) E (<condição 3>) ENTÃO (<conclusão 1> E

<conclusão 2> (MORAES, 1998).

6 RESULTADOS

6.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

De acordo com a Tabela 1, o ano de 2006 foi o que apresentou maior percentual de acidentes do tipo fatal envolvendo automóveis (86,95%) enquanto que em 2009 o percentual foi de 1,81%. Os acidentes com moto no ano de 2008 representou 23,36% e em 2005 apenas 11,85%. Nos anos de 2004 e 2007 os principais veículos envolvidos nos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa foram os automóveis com 84,54% e 78,16%, respectivamente. Em 2005 e 2009 o não informado representa 79,26% e 81,81%, dos acidentes de trânsito do tipo fatal que não são informados no banco de dados do DML.

Tabela 1: Tipo dos acidentes de transporte das vítimas fatais, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.

Veículo envolvido no acidente	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Automóvel	84,54%	8,15%	86,96%	78,16%	43,00%	1,81%
Moto	12,73%	11,85%	12,17%	19,54%	23,36%	16,54%
Ônibus	1,82%	0,74%	-	-	-	-
Bicicleta	1,00%	0,00%	-	1,15%	1,87%	0,90%
Trem	-	0,00%	0,87%	1,15%	0,93%	-
Não Informado	-	79,26%	-	-	30,84%	81,81%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: DML

Segundo a Tabela 2, as principais vítimas por acidente de trânsito foram as do sexo masculino, representando 562 vítimas em todos os anos em estudo e 102 vítimas do sexo feminino. No ano de 2005 ocorreram 106 mortes em indivíduos do sexo masculino, contra 29 mortes no sexo feminino. Nos anos de 2004 e 2006 o número de vítimas fatais do sexo masculino são iguais com 92 casos o mesmo acontece com os anos de 2008 e 2009 com 95 casos fatais.

Tabela 2: Número de vítimas fatais, segundo o sexo das vítimas, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.

Sexo da Vítima	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Masculino	92	106	92	82	95	95	562
Feminino	18	29	23	5	12	15	102
Total	110	135	115	87	107	110	664

Fonte: DML

Na Tabela 3, observa-se que a natureza dos acidentes de trânsito menos frequente é o capotamento, seguido do abalroamento. O atropelamento apresenta-se como sendo a natureza mais presente nos anos estudados, chegando a 55% no ano de 2005. Chama atenção o percentual de óbitos cuja informação sobre a natureza do acidente está em branco (não informado) nos formulários do DML. Este percentual chega a 79,09% em 2009, o não especificado a 58,26% em 2006, revelando a necessidade de um olhar mais atento a qualidade das informações registradas. Em 2005 o atropelamento é a principal causa de morte com 55,56%, seguido do não especificado com 34,07%. Nos anos de 2008 e 2009 o não especificado representa 53,27% e 79,10%, respectivamente. A colisão é a principal causa de morte na cidade de João Pessoa no ano de 2007.

Tabela 3: Número de casos dos acidentes de trânsito das vítimas fatais, segundo a natureza dos acidentes, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.

Natureza dos Acidentes	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abalroamento	-	-	-	-	0,93%	0,00%
Atropelamento	50,00%	55,56%	38,26%	8,04%	24,30%	11,00%
Colisão	50,00%	10,37%	3,48%	57,47%	21,50%	9,10%
Capotamento	-	-	-	-	-	1,00%
Não especificado	-	34,07%	58,26%	-	53,27%	79,10%
Não informado	-	-	-	34,49%	-	-
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: DML

De acordo com o Gráfico 1, o período da manhã foi identificado como o de maior frequência absoluta de mortes com 31 vítimas fatais; próximo a este valor foi o de mortes em que não foi especificado o turno, que somaram 30 vítimas fatais; no

período da tarde o número de vítimas foi de 24 e no período da noite 13 vítimas fatais. A madrugada aparece com apenas 12 casos de vítimas fatais na cidade de João Pessoa no ano de 2004.

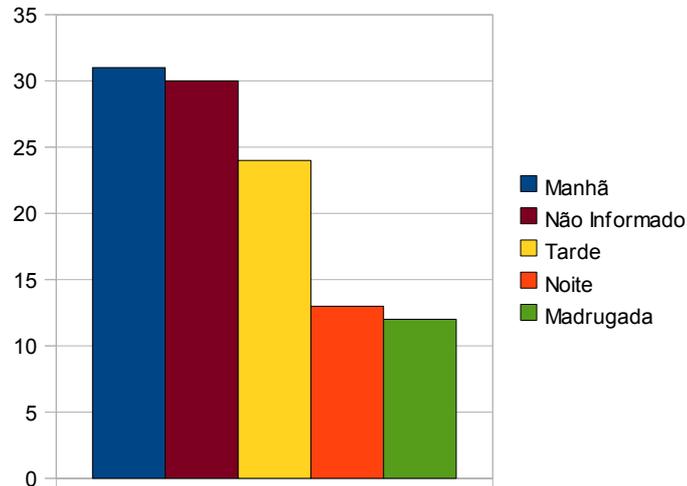


GRÁFICO 1: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2004, segundo DML.

No Gráfico 2 observa-se que o período com maior acidentes de trânsito com vítimas fatais no ano de 2005, ocorreu no período da tarde - entre 12:00 horas e 18:00 horas - 48 acidentes; e o período de menor número de casos foi o horário da madrugada - entre 00:00 horas e 06:00 horas - 18 acidentes.

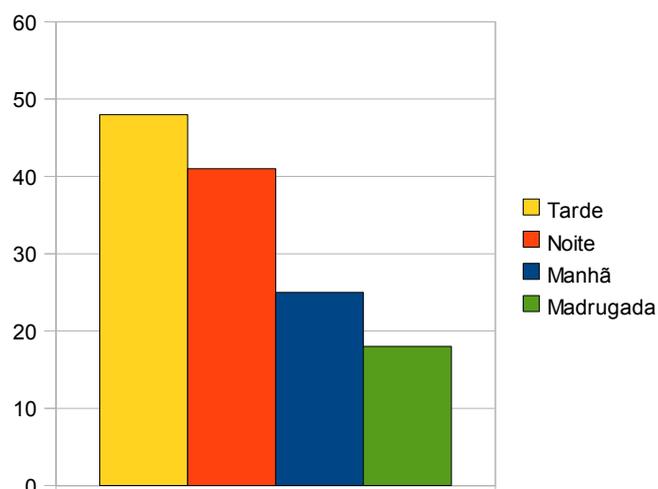


GRÁFICO 2: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2005, segundo DML.

No Gráfico 3 é possível verificar que o período da manhã foi o de maior número de acidentes de trânsito (44 acidentes fatais), seguido da tarde (42

acidentes com vítimas fatais), noite (24 acidentes) e madrugada com 2 acidentes.

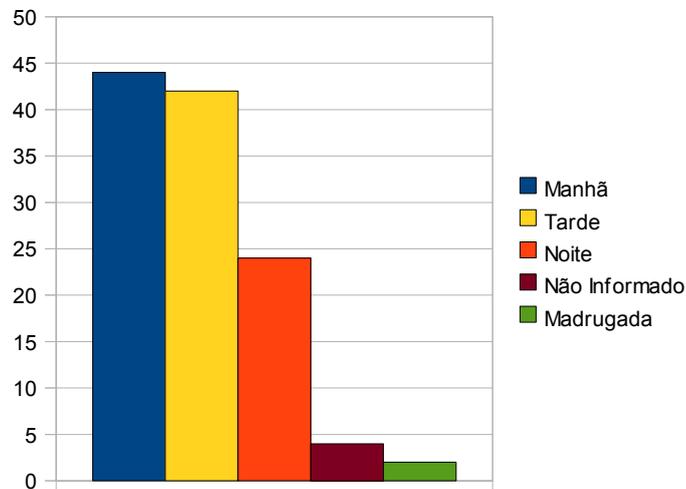


GRÁFICO 3: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2006, segundo DML.

No ano de 2007, o Gráfico 4 mostra que no período da manhã ocorreram 30 acidentes fatais, no período da noite 22 acidentes e 21 acidentes à tarde. Foi possível observar em todos os gráficos de intervalo de hora, que na madrugada ocorreram menos acidentes com vítimas fatais na cidade de João Pessoa, segundo dados do DML.

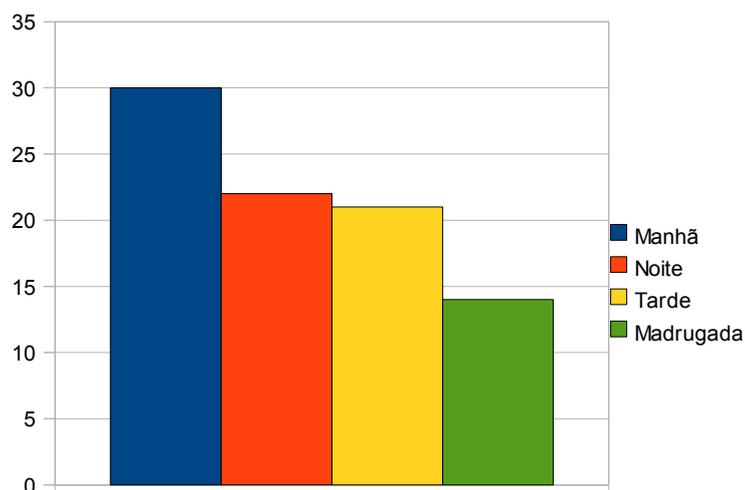


GRÁFICO 4: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2007, segundo DML.

De acordo com o Gráfico 5 no período da tarde ocorreram 70 acidentes fatais, seguido pelo período da manhã com 21, a noite com 9 e da madrugada com 6 acidentes fatais. O não informado no ano de 2008 foi de apenas 1 acidente fatal.

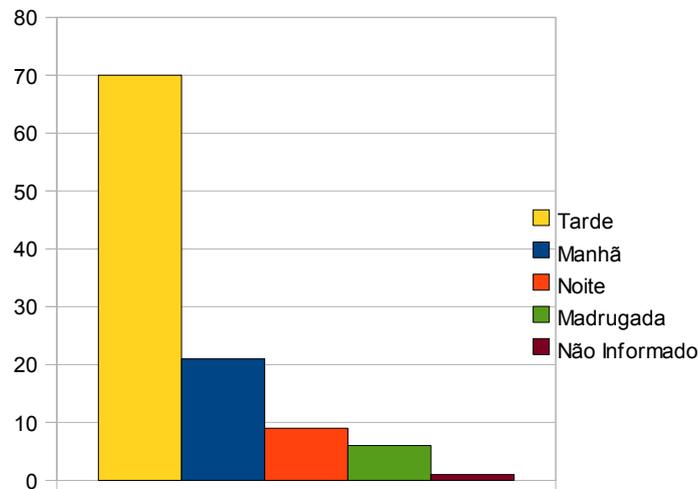


GRÁFICO 5: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2008, segundo DML.

No Gráfico 6 no período da tarde ocorreram 52 acidentes com vítimas fatais, pela manhã 26, a noite 17 e no período da madrugada 15 acidentes fatais na cidade de João Pessoa, no ano de 2009.

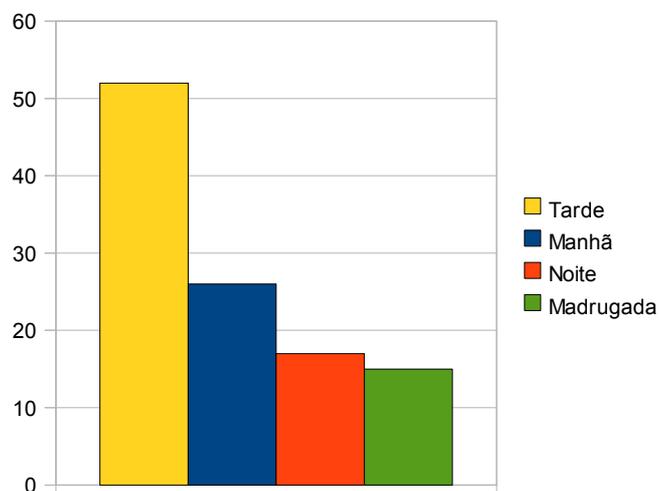


GRÁFICO 6: Acidentes por vítimas fatais por intervalo de hora, no ano de 2009, segundo DML.

De acordo com a Tabela 4 nos anos de 2004 e 2009 ocorreram no total 110 acidentes de vítimas fatais. Em 2005 o sábado é responsável por 20,74%, seguido da segunda-feira com 19,26%. No ano de 2007 o não informado representa 0%, em 2004 esse percentual ultrapassa para 28,18%. O ano que ocorreram o menor número de acidentes foi em 2007 com 87 casos de vítimas fatais, porém no ano de 2005 esse número passa para 135 vítimas fatais. Em 2008 o domingo representa o

principal dia da semana em relação aos outros anos com maior percentual de morte por acidentes de trânsito com 26,17%.

TABELA 4: Números de casos e percentual dos acidentes de trânsito das vítimas fatais, segundo o dia da semana, na cidade de João Pessoa no Período de 2004 a 2009.

Dia da Semana	2004 n %	2005 n %	2006 n %	2007 n %	2008 n %	2009 n %
Domingo	17 15,45	20 14,82	21 18,26	11 12,64	28 26,17	15 13,64
Segunda-feira	19 17,28	26 19,26	22 19,13	17 19,54	17 15,89	17 15,46
Terça-feira	7 6,37	15 11,11	8 6,96	11 12,64	11 10,28	9 8,18
Quarta-feira	13 11,82	11 8,15	8 6,96	13 15,00	11 10,28	15 13,63
Quinta-feira	6 5,45	15 11,11	12 10,43	13 15,00	9 8,41	15 13,63
Sexta-feira	11 10	19 14,07	13 11,30	11 12,64	8 7,47	13 11,82
Sábado	6 5,45	28 20,74	24 20,87	11 12,64	22 20,56	25 22,73
Não Informado	31 28,18	1 0,74	7 6,09	0 -	1 0,93	1 0,91
Total	110 100,00	135 100,00	115 100,00	87 100,00	107 100,00	110 100,00

Fonte: DML

De acordo com a Tabela 5, observa-se que o sexo masculino foi a principal vítima de acidente de trânsito no período de 2004 a 2009. As principais vítimas do sexo masculino encontra-se na faixa etária dos 30 aos 39 anos. Na faixa etária dos 0 a 4 anos o número de vítimas fatais é menor. Em 2008 foi o ano que ocorreram o maior número de acidentes de trânsito com vítimas fatais e em 2005 o menor ano de acidentes, sendo 90 e 22 acidentes, respectivamente. No sexo feminino as principais vítimas de acidente encontram-se na faixa etária dos 60 aos 69 anos, e na faixa etária dos 0 aos 4 anos não ocorreu nenhum caso de vítima fatal. No ano de 2005 foi o período de menor número de acidentes do sexo feminino com apenas 6 vítimas fatais, porém no ano de 2006 esse número passa para 96 casos.

TABELA 5: Números de casos e percentuais dos acidentes de trânsito das vítimas fatais, segundo faixa etária e sexo, na cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009.

Faixa Etária (anos)	Masculino						Feminino					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %
0 a 4	1 1,14	0 -	0 -	0 -	2 2,08	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -
5 a 9	0 -	1 1,25	1 1,11	1 1,23	2 2,08	1 1,05	2 9,09	2 3,64	2 8,00	0 -	0 -	1 6,67
10 a 14	2 2,27	1 1,25	1 1,11	1 1,23	0 -	3 3,16	0 -	1 1,82	1 4,00	0 -	1 9,09	1 6,67
15 a 19	6 6,82	5 6,25	5 5,56	5 6,17	10 10,42	5 5,26	1 4,55	0 -	0 -	0 -	1 9,09	4 26,67
20 a 24	16 18,18	12 15,00	12 13,33	11 13,58	15 15,63	19 20,00	3 13,64	0 -	0 -	2 33,33	0 -	0 -
25 a 29	10 11,36	2 2,50	2 2,22	11 13,58	13 13,54	10 10,53	0 -	1 1,82	1 4,00	0 -	0 -	2 13,33
30 a 39	15 17,05	10 12,50	10 11,11	27 33,33	15 15,63	21 22,11	3 13,64	3 5,45	3 12,00	1 16,67	1 9,09	1 6,67
40 a 49	13 14,77	10 12,50	10 11,11	12 14,81	14 14,58	9 9,47	4 18,18	0 -	0 -	1 16,67	0 -	0 -
50 a 59	7 7,95	12 15,00	12 13,33	7 8,64	7 7,29	6 6,32	0 -	3 5,45	3 12,00	1 16,67	1 9,09	1 6,67
60 a 69	9 10,23	2 2,50	2 2,22	2 2,47	7 7,29	11 11,58	2 9,09	1 1,82	1 4,00	1 16,67	2 18,18	3 20,00
70 a 79	3 3,41	1 1,25	1 1,11	2 2,47	5 5,21	5 5,26	2 10,52	3 5,45	3 12,00	0 -	3 27,27	1 6,67
≥ 80	3 3,41	4 5,00	4 4,44	2 2,47	4 4,17	3 3,16	2 10,52	1 1,82	1 4,00	0 -	0 -	0 -
Não informado	3 3,41	20 25,00	30 33,33	0 -	2 2,08	2 2,11	3 13,64	40 72,73	10 40,00	0 -	2 18,18	1 6,67
Total	88 100	22 100	80 100	55 100	90 100	25 100	81 100	6 100	96 100	11 100	95 100	15 100

Fonte: DML

6.2 ANÁLISE ESPACIAL

Foi aplicado a análise espacial para a distribuição espacial dos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa, através do mapa de risco. Para a identificação de padrões foi aplicado o método SCAN e a partir da comparação de ambos é possível a identificação de bairros que necessitam de intervenção, o que auxilia a subsidiar a tomada de decisão pelo gestor.

Na análise espacial, o mapa de risco foi comparado com o mapa SCAN de cada mês, ano a ano. Na Figura 4, tem-se o mapa de risco no mês de junho de 2004, sendo este o mês escolhido pois foi o que mais representativo com o mapa SCAN. A mesma decisão foi tomada para os demais mapas seguintes.

Na Figura 4 é possível observar que os bairros do Bessa, Valentina e Bairro dos Estados, localizados nas regiões norte e sul da cidade de João Pessoa, apresentam os maiores riscos de acidente. O mapa da cidade de João Pessoa encontra-se em Anexo.

De acordo com a Figura 5, observa-se no mapa SCAN que os bairros: Bessa e Bairro dos Estados apresentaram conglomerados espaciais no mês de junho de 2004, ao nível de 3% da população. Comparando-o com o mapa de risco (Figura 4), constata-se que os bairros com maior risco apresentam também conglomerados espaciais significativos. Os conglomerados podem ser vistos na Figura 5, onde os centróides desses bairros estão assinalados com a cor vermelha na região norte da cidade.

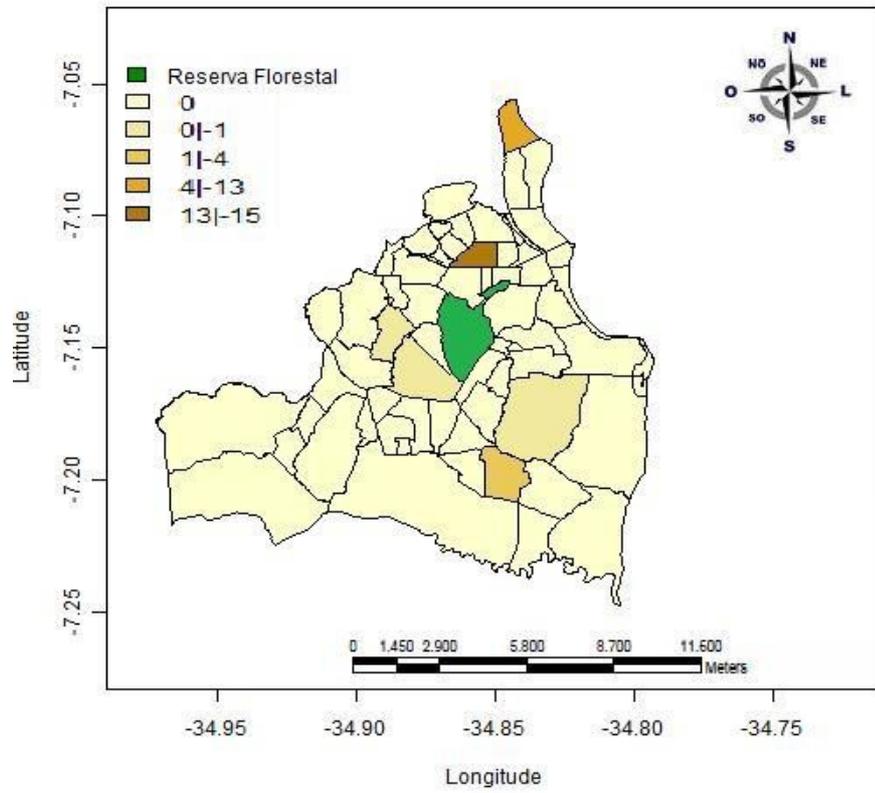


FIGURA 4: Mapa de risco para Junho de 2004.

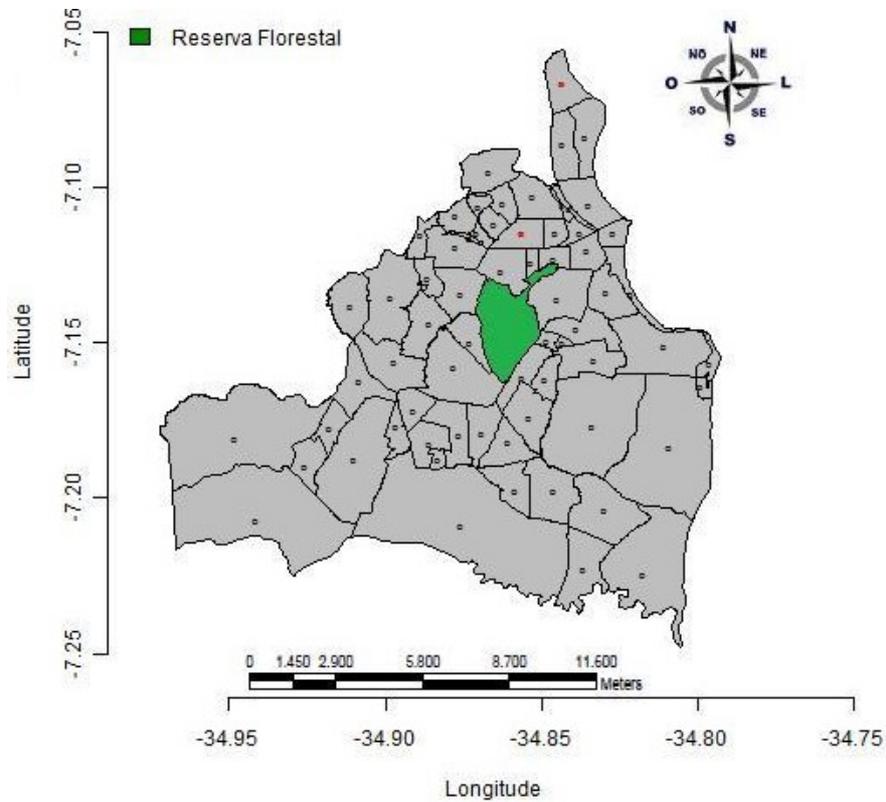


FIGURA 5: Mapa SCAN para Junho de 2004.

De acordo com a Figura 6, os bairros Ernesto Geisel e Mandacaru apresentaram os maiores riscos no mês de março de 2005. Estes bairros ficam localizados nas regiões sul e norte da cidade de João Pessoa, respectivamente.

Na Figura 7, verifica-se que os dois bairros assinalados na Figura 6 apresentam com os maiores risco e são exatamente os que apresentam conglomerados espaciais significativos a 3% da população, são eles: Mandacaru e Ernesto Geisel. Assim, além de serem os bairros com maior risco de acidente de trânsito, são também bairros com conglomerados espaciais significativos.

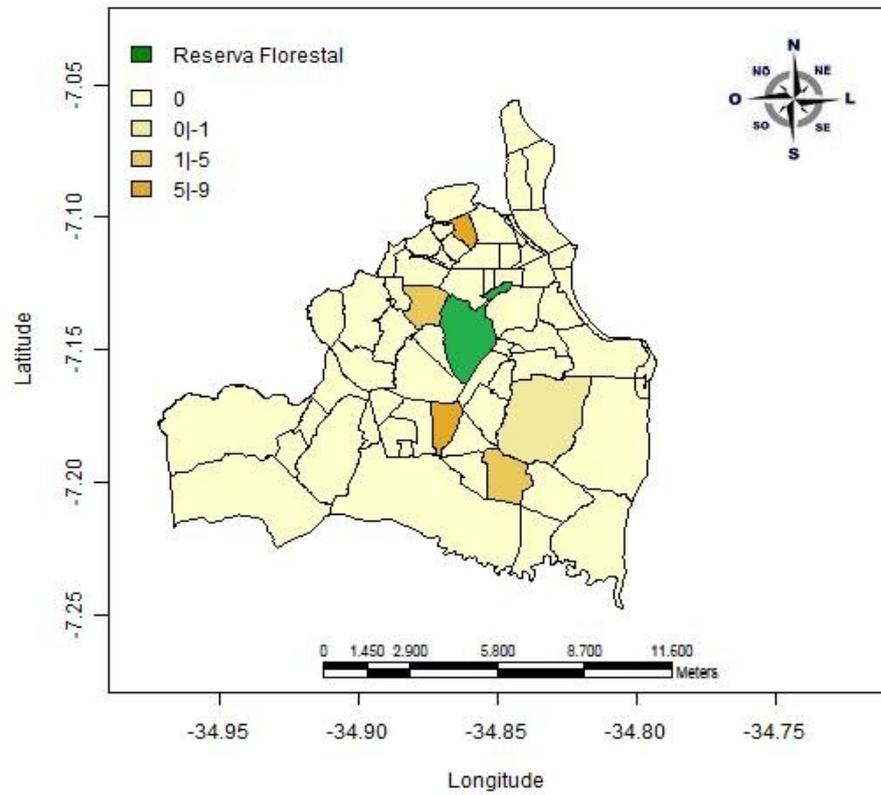


FIGURA 6: Mapa de risco para Março de 2005.

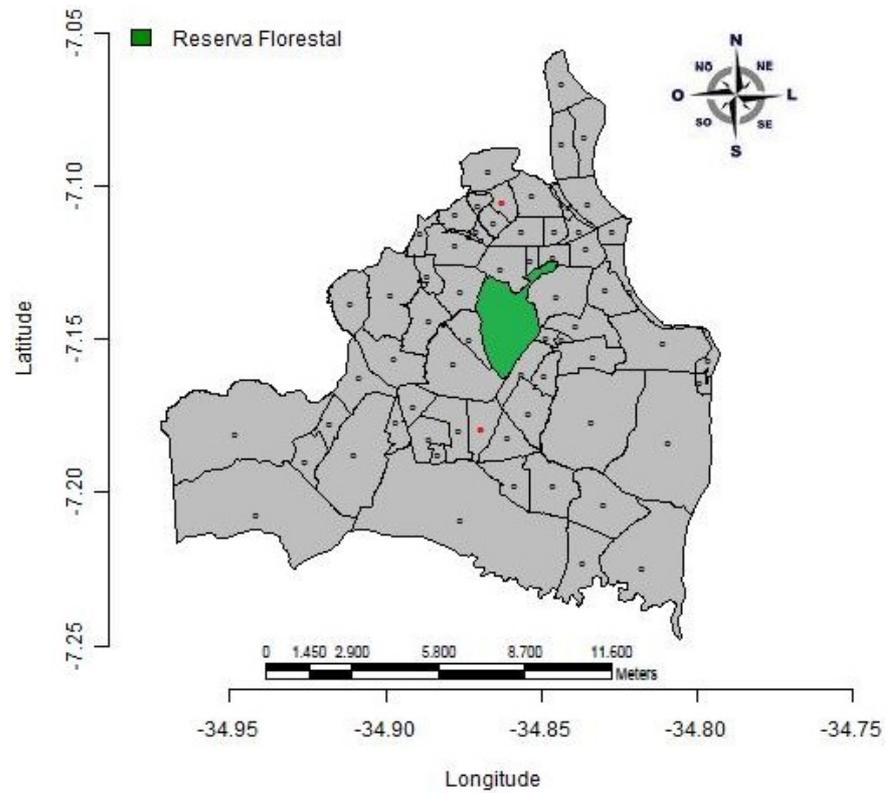


FIGURA 7: Método SCAN para Março de 2005.

De acordo com a Figura 8, os bairros do Varadouro e Bairro dos Estados apresentam alto risco de acidente de trânsito, no mês de dezembro de 2006. Estes bairros ficam localizados nas regiões noroeste e norte da cidade de João Pessoa, respectivamente.

Na Figura 9, verifica-se que os bairros Costa e Silva e Bairro dos Estados apresentam conglomerados espaciais significativos. Os bairros estão localizados respectivamente nas regiões sudoeste e norte da cidade, sendo os seus riscos de: 1 a 7 no bairro Costa e Silva e de 14 a 23 no Bairro dos Estados, conforme apresenta o mapa de risco da Figura 8.

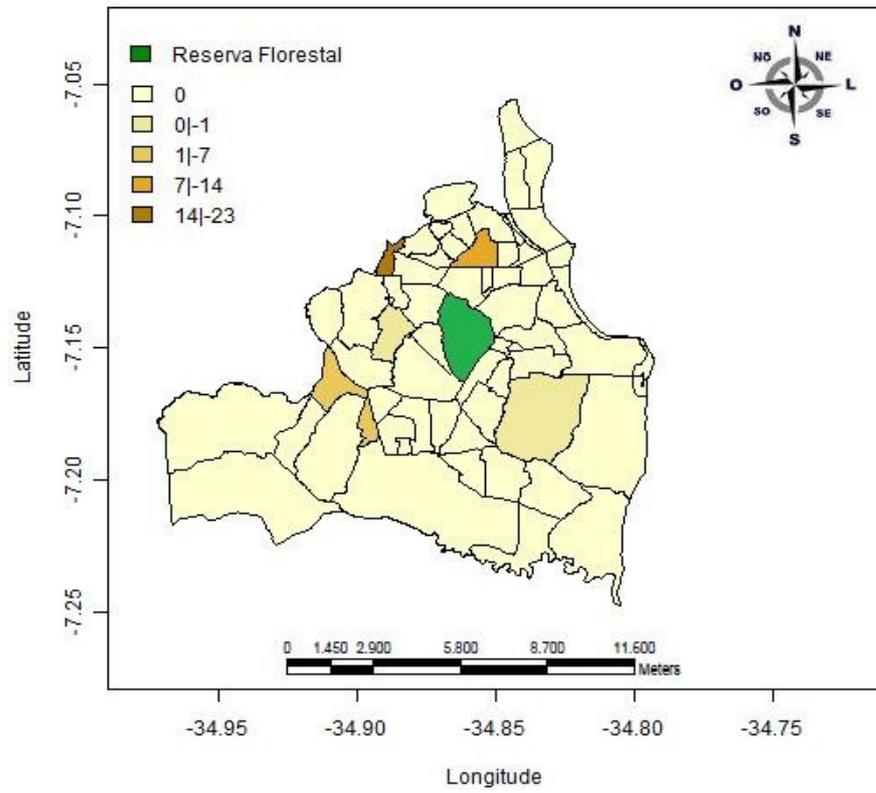


FIGURA 8: Mapa de risco para Dezembro de 2006.

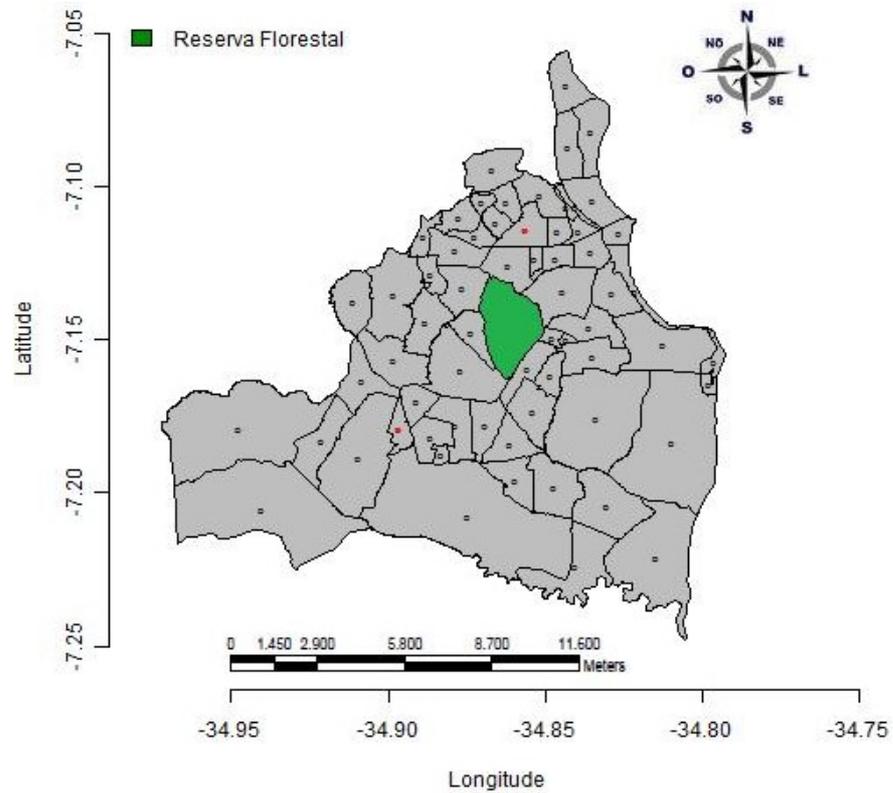


FIGURA 9: Método SCAN para Dezembro de 2006.

De acordo com a Figura 10, os bairros Varadouro e Miramar apresentam alto risco de acidente de trânsito. Estes bairros estão localizados nas regiões noroeste e nordeste, respectivamente da cidade de João Pessoa, segundo o ano de 2007 no mês de Janeiro.

Na Figura 11, os bairros do Varadouro, Cristo Redentor e Miramar possuem conglomerados espaciais significativos a 3% da população. Segundo a Figura 10, estes bairros possuem os maiores riscos de acidente de trânsito.

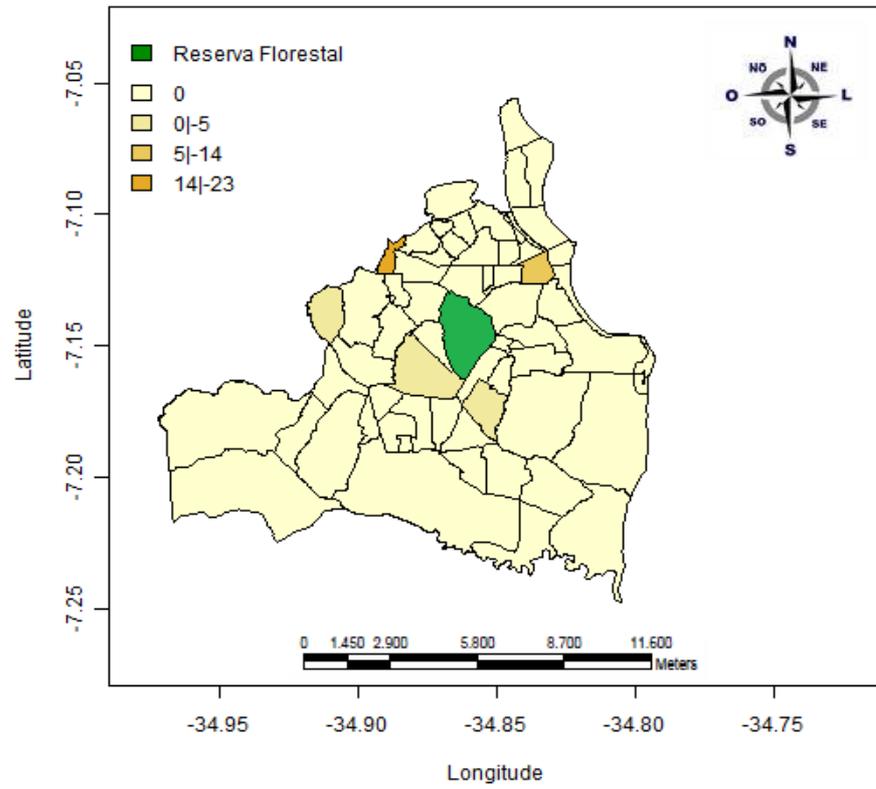


FIGURA 10: Mapa de risco para Janeiro de 2007.

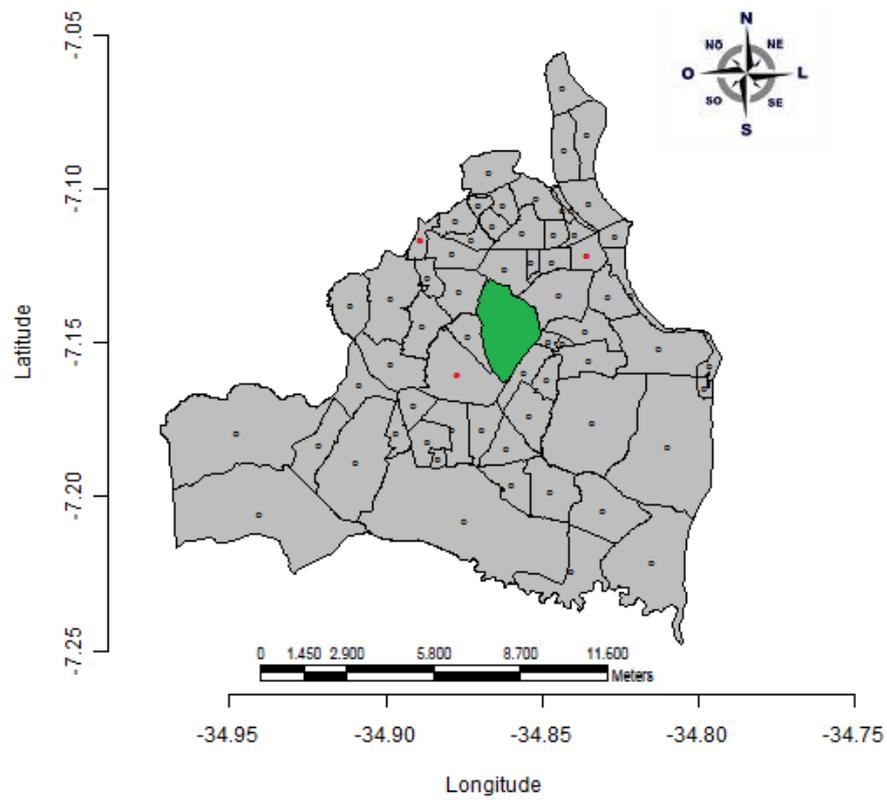


FIGURA 11: Método SCAN para Janeiro de 2007.

Observa-se na Figura 12, que os maiores riscos de acidente estão localizados nos bairros Varadouro, Centro e Mandacaru, localizados nas regiões noroeste e norte da cidade de João Pessoa, respectivamente, no ano de 2008.

No método de varredura SCAN, identificou-se três bairros com conglomerados espaciais significativos na Figura 13. São eles: Varadouro, Centro e Cristo Redentor. Estes são também os bairros que possuem os maiores risco de acidente, conforme apresentado na Figura 12.

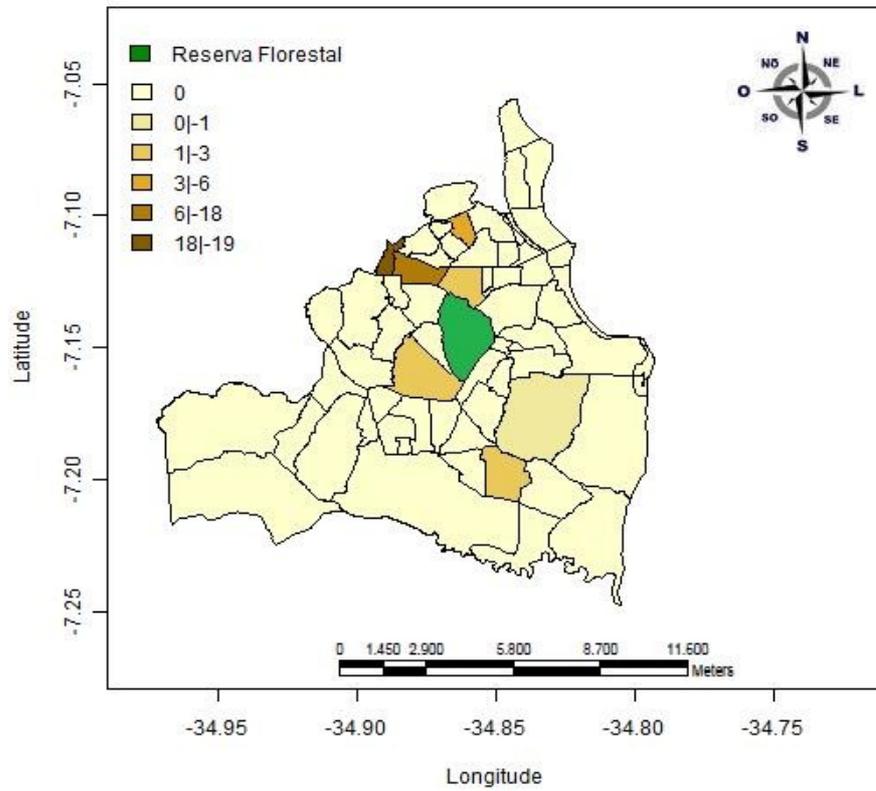


FIGURA 12: Mapa de risco para Abril de 2008.

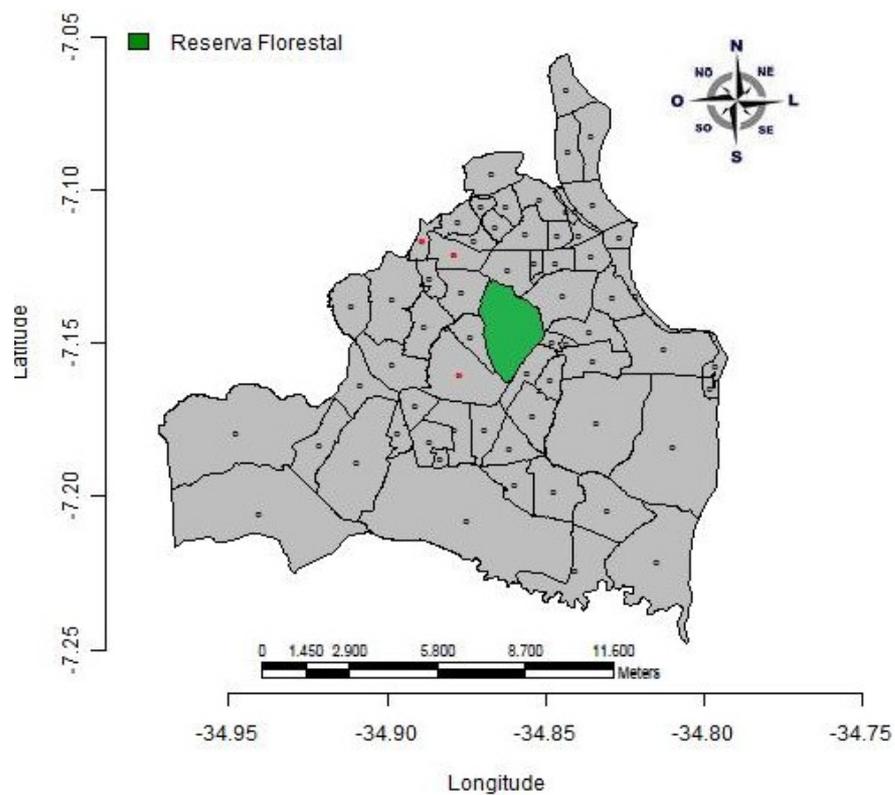


FIGURA 13: Método SCAN para Abril de 2008.

De acordo com a Figura 14, os bairros do Varadouro, Centro e Cabo Branco, apresentam os maiores riscos de acidentes que estão localizados nas regiões noroeste e nordeste. Os bairros do Ernesto Geisel, Cruz das Armas e Valentina são os que apresentam menor risco de acidente de trânsito na cidade de João Pessoa, no ano de 2009.

A Figura 15 apresenta os conglomerados espaciais significativos, que estão localizados nos bairros do Cabo Branco, Varadouro e Centro, no ano de 2009. Estes bairros ficam localizados nas regiões noroeste e nordeste da cidade de João Pessoa.

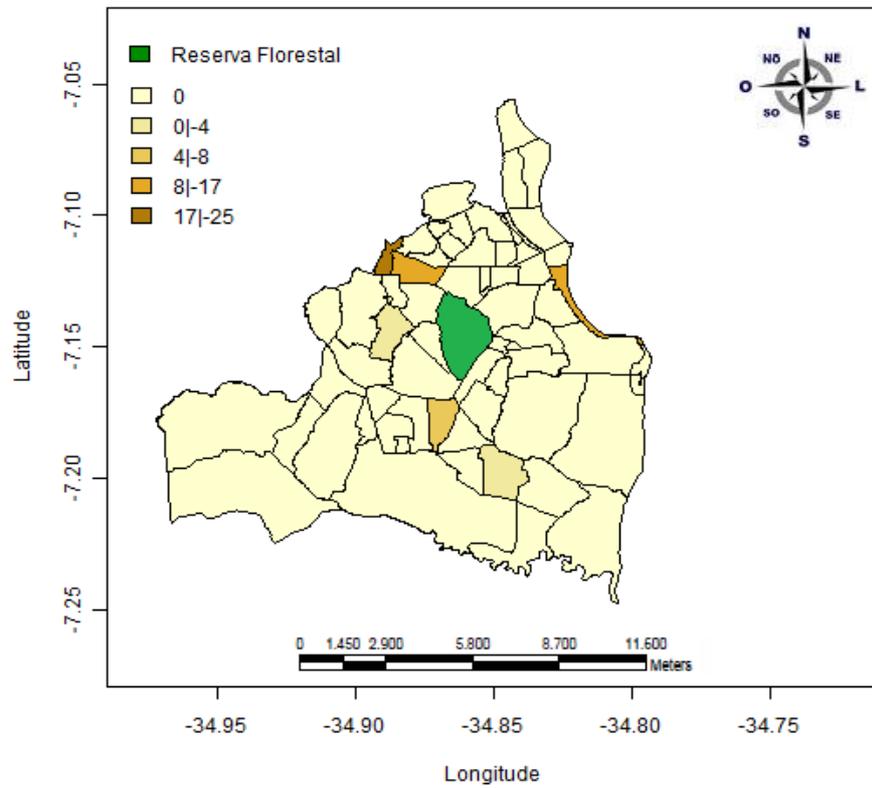


FIGURA 14: Mapa de risco em Dezembro de 2009.

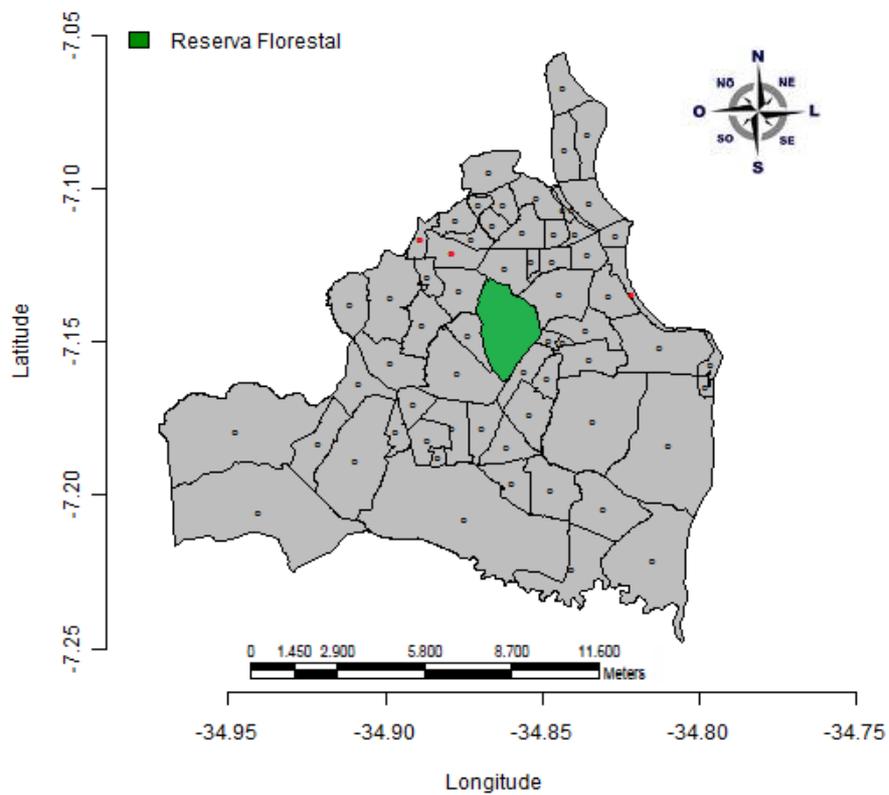


FIGURA 15: Mapa SCAN em Dezembro de 2009.

No mapa de risco da Figura 16, observa-se que os bairros do Varadouro, Altiplano Cabo Branco, Cabo Branco, Castelo Branco e Costa do Sol apresentam os maiores risco de acidentes de trânsito. Este período de estudo se da nas férias no s meses de Dezembro de 2008, Janeiro de 2009 e Fevereiro de 2009.

De acordo com a Figura 17, os bairros do Castelo Branco, Altiplano Cabo Branco e Cabo Branco apresentam conglomerados espaciais significativos ao nível de 3% da população. As análises se deram para os meses de Dezembro de 2008, Janeiro de 2009 e Fevereiro de 2009.

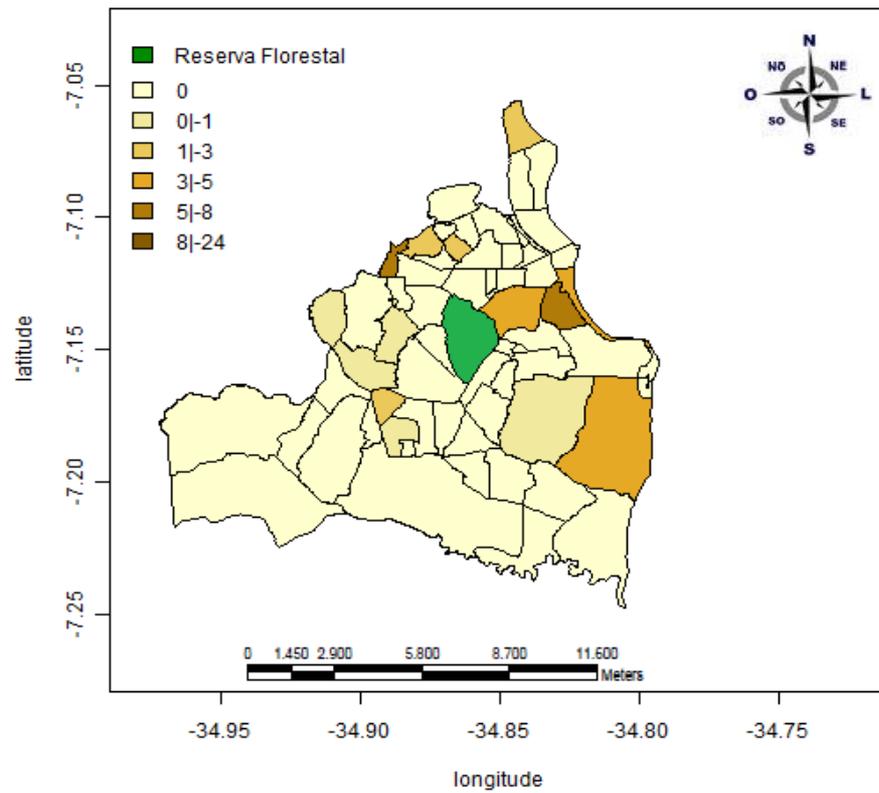


Figura 16: Mapa de risco do em Dezembro (2008), Janeiro (2009), Fevereiro (2009).

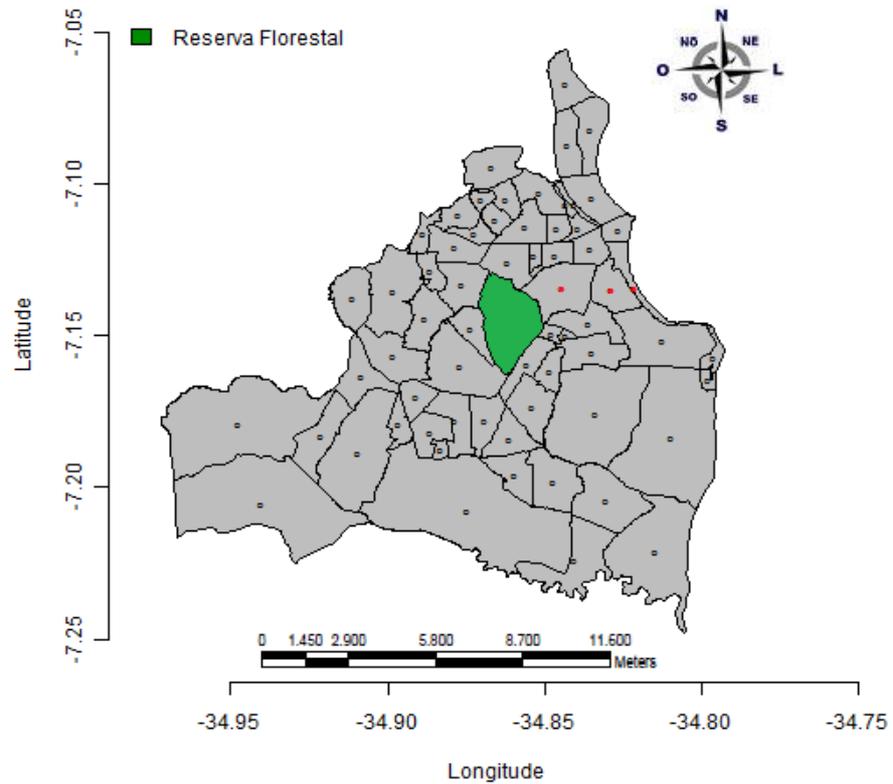


FIGURA 17: Mapa SCAN em Dezembro (2008), Janeiro (2009), Fevereiro (2009).

Os bairros do Varadouro, Centro, Altiplano Cabo Branco e Pedro Gondim apresentam os maiores risco de acidentes de acordo com a Figura 18. Estes bairros ficam localizados nas regiões noroeste e nordeste da cidade de João Pessoa no ano de 2009.

De acordo com a Figura 19, as regiões do noroeste, norte, nordeste e oeste da cidade apresentam bairros com conglomerados espaciais significativos no ano de 2009, segundo dados do DML. Os bairros com conglomerados espaciais significativos foram: Cruz das Armas, Castelo Branco, Cabo Branco, Altiplano Cabo Branco, Varadouro, Centro, Pedro Gondim e Tambia.

Os mapas de risco e varredura SCAN foram utilizados para a elaboração do modelo de decisão baseado em lógica *fuzzy*. As regras foram elaboradas baseadas nos estudos dos mapas mensais do ano de 2009.

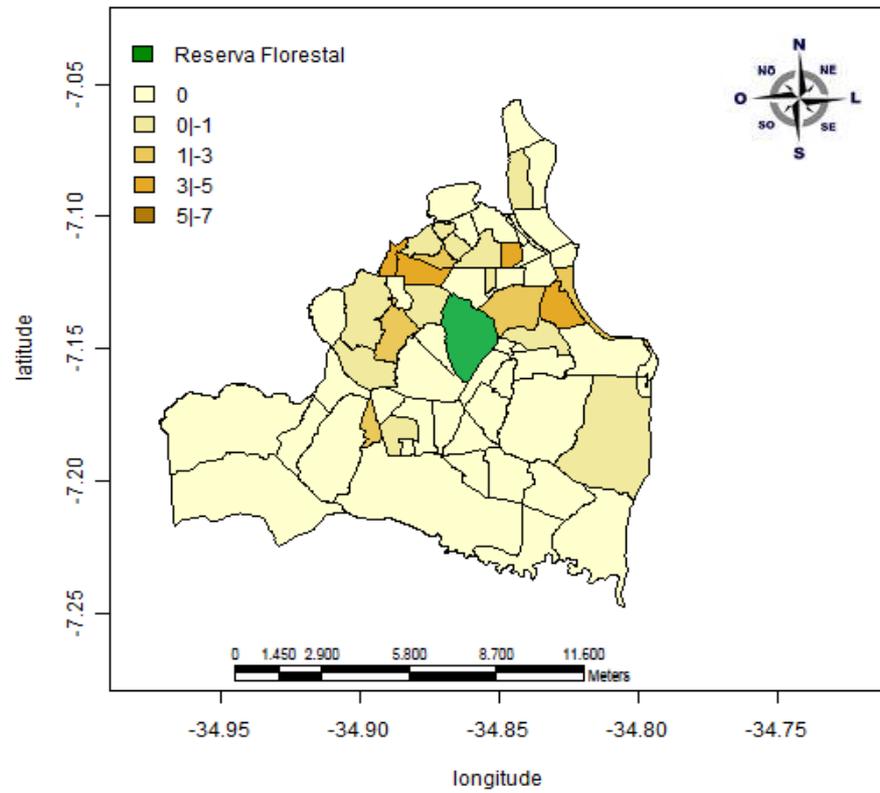


FIGURA 18: Mapa de risco do ano de 2009.

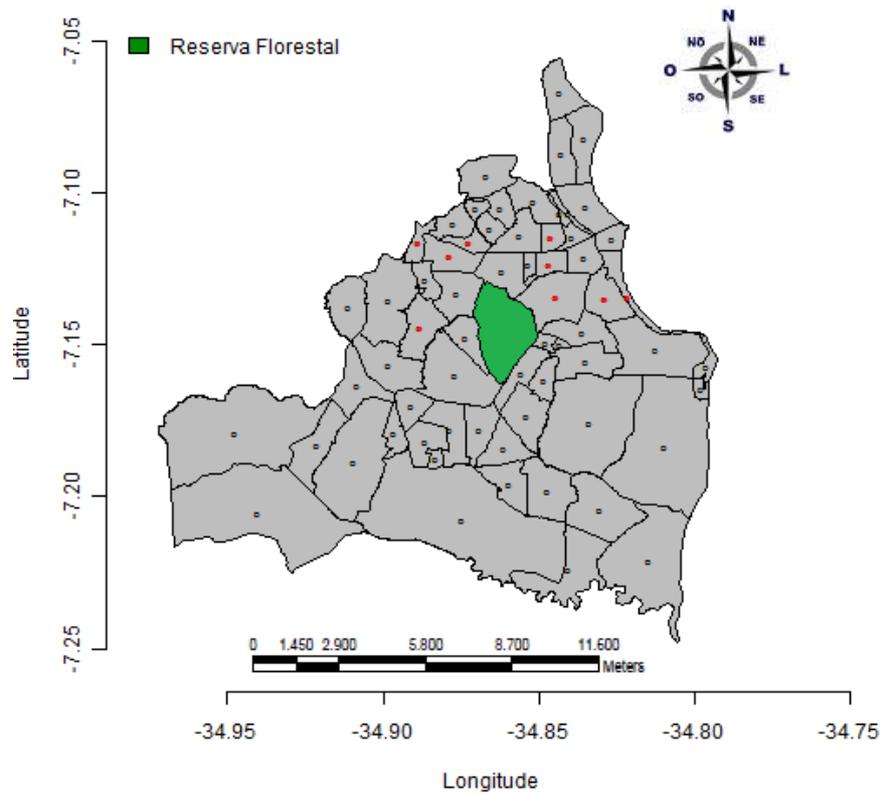


FIGURA 19: Mapa SCAN do ano de 2009.

6.3 LÓGICA FUZZY

6.3.1 FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA

Na primeira variável *fuzzy* “SCAN mensal”, tem-se dois termos linguísticos: ComSCAN e SemSCAN que pode ser visto no Gráfico 7. As funções de pertinência das variáveis *fuzzy* “SCAN mensal”, “SCAN período de férias” e “SCAN últimos três meses” foi do tipo triangular. A segunda variável *fuzzy* foi “SCAN período de férias” com dois termos linguísticos NãoEstaPeriodoFeiras e EstaPeriodoFeiras que pode ser observado no Gráfico 8. A terceira variável *fuzzy*, foi “SCAN últimos três meses”, que obteve dois termos linguísticos NãoEstaUltimos3Meses e EstaUltimos3Meses, segundo o Gráfico 9. A quarta variável *fuzzy* foi “Risco Relativo”, com os seguintes termos linguísticos Risco Muito Alto, Risco Alto, Risco Médio, Risco Muito Baixo e Risco Baixo de acordo com o Gráfico 10. A quinta variável linguística “Tendência de Crescimento”, com cinco termos linguísticos são eles: Correlação Alta Positiva, Correlação Alta Negativa, Correlação Moderada Positiva, Correlação Moderada Negativa e Correlação Fraca, segundo o Gráfico 11. A variável de saída foi a identificação da categoria do bairro, cujos termos linguísticos foram: “prioritário” e “não-prioritário”, de acordo com o Gráfico 12. As funções de pertinência das variáveis *fuzzy* “Risco Relativo” e “Tendência de Crescimento” foram do tipo trapezoidal.

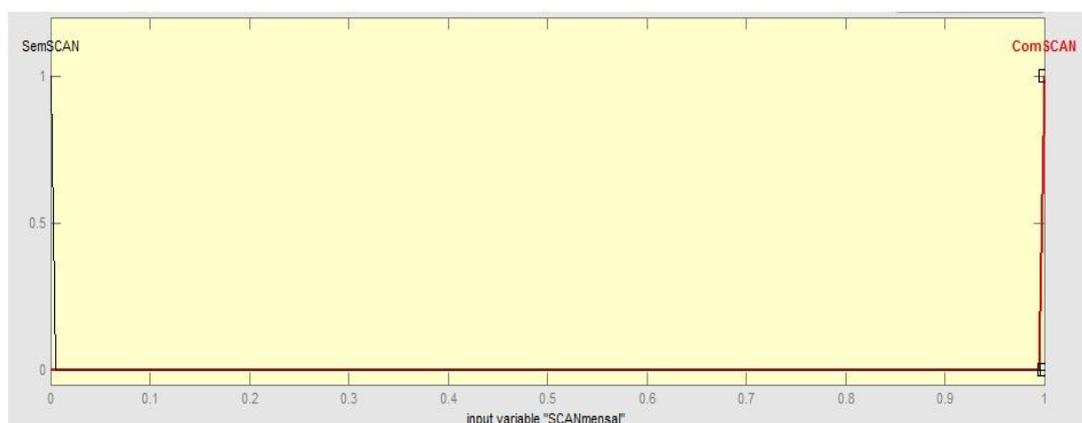


GRÁFICO 7: Funções de pertinência da variável de entrada: SemSCAN e ComSCAN

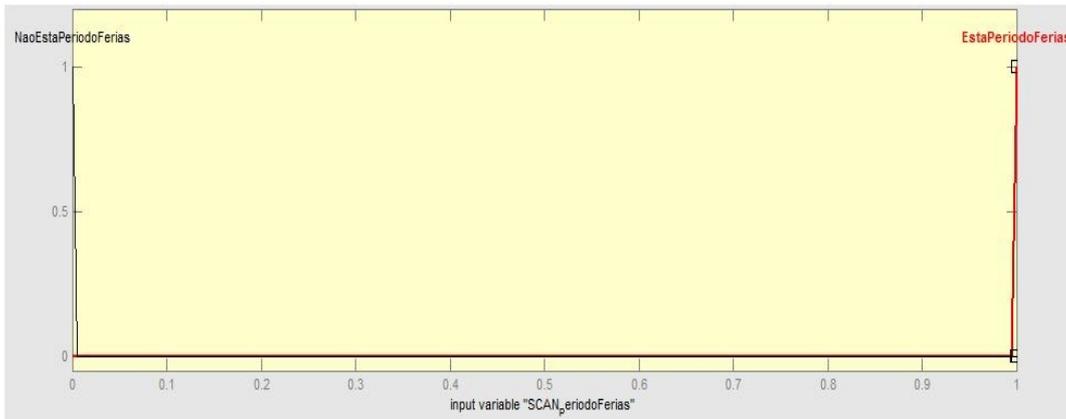


GRÁFICO 8: Funções de pertinência da variável de entrada: NãoEstaPeriodoFeiras e EstaPeriodoFeiras.

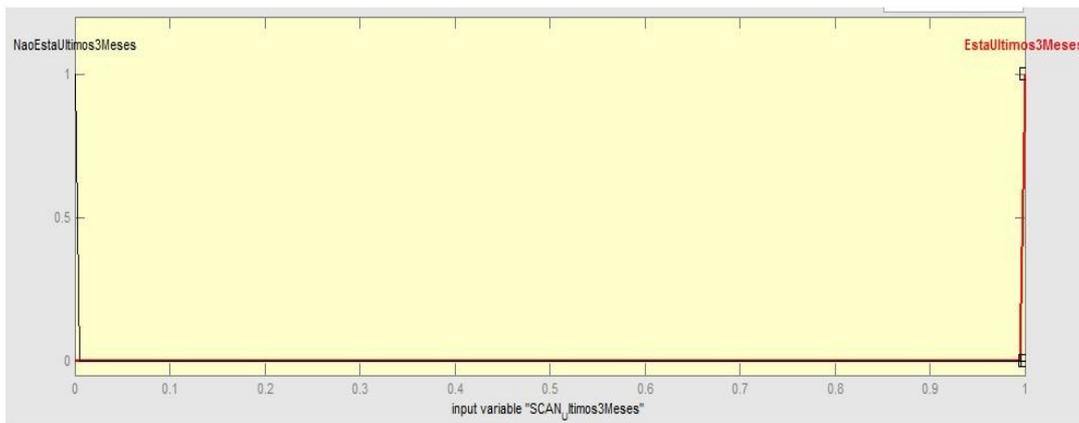


GRÁFICO 9: Funções de pertinência da variável de entrada: NãoEstaUltimos3Meses e EstaUltimos3Meses.

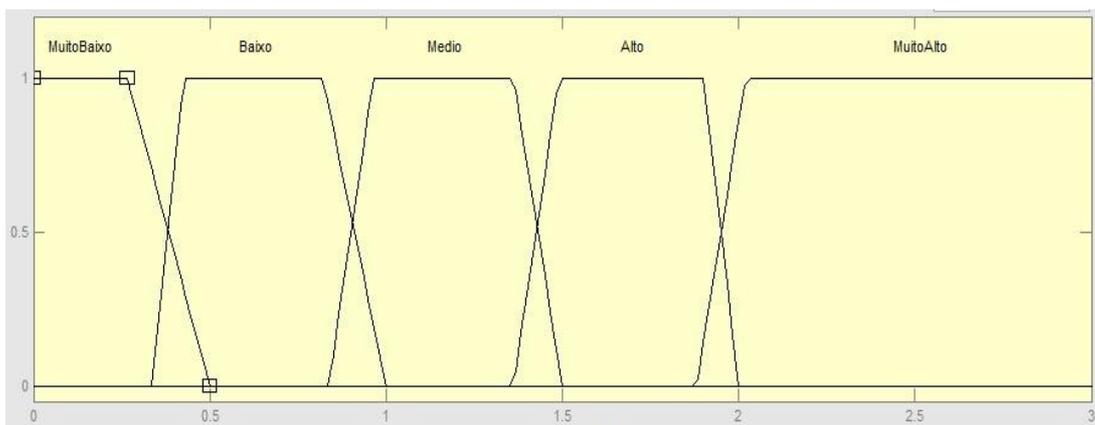


GRÁFICO 10: Funções de pertinência da variável de entrada: Risco Muito Alto, Risco Alto, Risco Médio, Risco Muito Baixo e Risco Baixo.

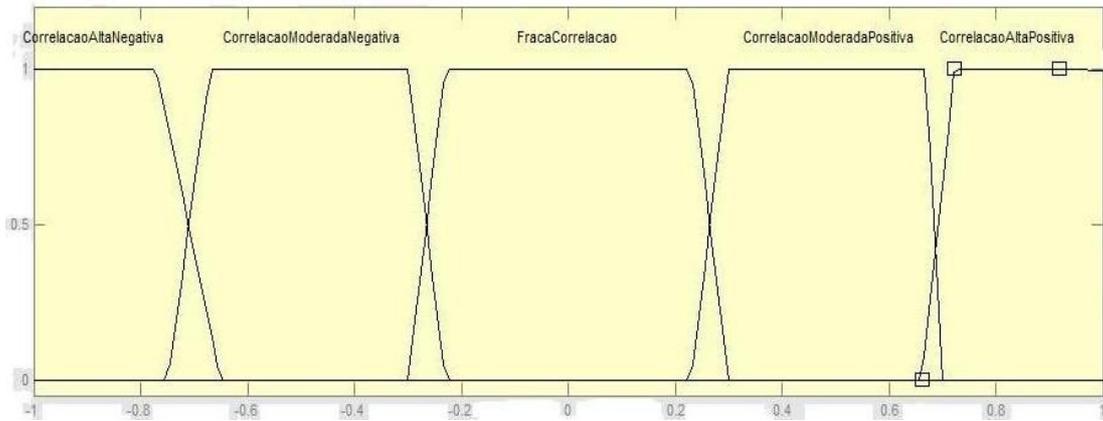


GRÁFICO 11: Funções de pertinência da variável de entrada: Correlação Alta Positiva, Correlação Alta Negativa, Correlação Moderada Positiva, Correlação Moderada Negativa e Correlação Fraca.

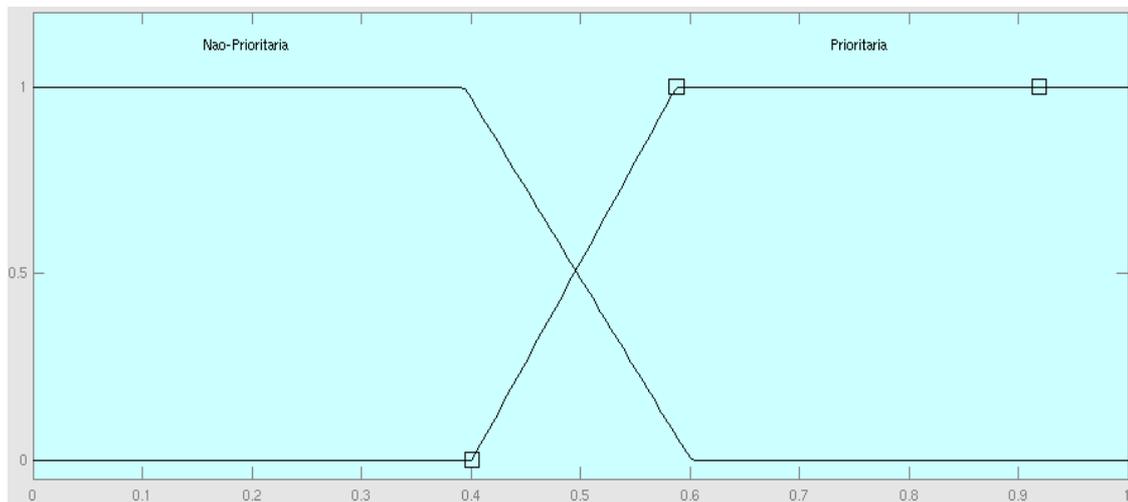


GRÁFICO 12: Funções de pertinência da variável de saída cujos termos linguísticos foram: “prioritário” e “não-prioritário”.

No Quadro 2, tem-se o universo de discurso das variáveis de entrada e saída. Com seis variáveis de entrada e saída e seus respectivos conjuntos *fuzzy*.

Variáveis de entrada	Universo de discurso
Com SCAN	[0.999 1 1.001]
Sem SCAN	[0 0 0.001]
NãoEstaPeriodoFeiras	[0 0 0.001]
EstaPeriodoFeiras	[0.999 1 1]
NãoEstaUltimos3Meses	[0 0 0.001]
EstaUltimos3Meses	[0.999 1 1.001]
Risco Muito Alto	[1.88 2.02 3.06 30.5]
Risco Alto	[1.36 1.49 1.9 2]

Risco Médio	[0.83 0.96 1.36 1.5]
Risco Muito Baixo	[-1 0 0.265 0.5]
Risco Baixo	[0.337 0.42 0.82 1]
Correlação Alta Positiva	[0.65 0.71 0.90 1]
Correlação Alta Negativa	[-1.5 -1 -0.7 -0.65]
Correlação Moderada Positiva	[0.23 0.3 0.67 0.7]
Correlação Moderada Negativa	[-0.7 -0.67 -0.3 -0.23]
Correlação Fraca	[-0.3 -0.23 0.23 0.3]
Variáveis de saída	Universo de discurso
Prioritário	[0.38 0.48 0.84 90]
Não-prioritário	[-0.99 0.11 0.38 0.5]

QUADRO 2: Universo de discurso das variáveis de entrada e saída do sistema *fuzzy*

6.3.2. ELABORAÇÃO DA BASE DE REGRAS

Foram utilizadas seis variáveis *fuzzy* para a elaboração das regras: SCAN mensal, SCAN período de férias, SCAN últimos três meses, Risco Relativo, Tendência de Crescimento e Decisão. Para elaboração da base de regras deste trabalho foram usadas os mapas mensais do risco relativo, mapas de SCAN mensal, mapa de SCAN período de férias, mapas de SCAN dos últimos 3 meses e nas correlações. Na variável linguística correlação foi definida como “Tendência de Crescimento”, que foi definida como a correlação estatística entre os três últimos meses. Foram utilizadas como referência para a criação das regras o ano de 2009.

As regras foram definidas, tal como:

- **IF**(RiscoRelativo is MuitoBaixo) **and** (SCANmensal is SemSCAN) **then** (Decisão is Não-Prioritário), onde mês = {jan, fev,..., dez}.
- **IF**(RiscoRelativo is Alto) **and** (SCANmensal is SemSCAN) **then** (Decisão is Não-Prioritário), onde mês = {jan, fev,..., dez}.
- **IF**(SCANmensal is ComSCAN) **and** (SCAN_PeriodoFerias is EstaPeriodoFerias) **then** (Decisão is Prioritário), onde mês = {jan, fev,..., dez}
- **IF**(SCANmensal is SemSCAN) **and** (SCAN_PeriodoFerias is NaoEstaPeriodoFerias) **then** (Decisão is Nao-Prioritário), onde mês = {jan, fev,..., dez}, onde mês = {jan, fev,..., dez}.

- **IF**(RiscoRelativo is Medio) **and** (SCANmensal is SemSCAN) **then** (Decisao is Nao-Prioritario), onde mês = {jan, fev,..., dez}.
- **IF**(SCANmensal is ComSCAN) **and** (TendenciaCrescimento is CorrelacaoAltaNegativa) **then** (Decisao is Prioritario), onde mês = {jan, fev,..., dez}.
- **IF**(SCANmensal is SemSCAN) **and** (TendenciaCrescimento is CorrelacaoModeradaPositiva) **then** (Decisao is Nao-Prioritario), onde mês = {jan, fev,..., dez}.
- **IF**(RiscoRelativo is Baixo) **and** (SCANmensal is SemSCAN) **then** (Decisao is Nao-Prioritario), onde mês = {jan, fev,..., dez}.
- **IF**(RiscoRelativo is MuitoAlto) **and** (SCANmensal is ComSCAN) **then** (Decisao is Prioritario), onde mês = {jan, fev,..., dez}.

6.3.3 CATEGORIZAÇÃO DOS BAIRROS PRIORITÁRIOS E NÃO-PRIORITÁRIO SEGUNDO A LÓGICA FUZZY.

A categorização dos bairros foi realizado com nove bairros para apresentar que as regras funcionaram de forma satisfatória. Os nove bairros foram: Altiplano Cabo Branco, Ernesto Geisel, Manaíra, Cabo Branco, Bessa, Oitizeiro, Róger, Cruz da Armas, Distrito Industrial e Tambiá. Os bairros que foram identificados como prioritário são: Cabo Branco, Róger e Tambiá e os bairros do Altiplano Cabo Branco, Ernesto Geisel, Manaíra, Bessa, Oitizeiro, Cruz das Armas e Distrito Industrial como não prioritário. Os resultados podem ser observados nas Figuras 13 a 21.

O modelo de decisão foi baseado na lógica *fuzzy* que permitiu identificar a totalidade dos bairros prioritários e não-prioritários analisados de acordo com o que se esperava em relação aos acidentes de trânsito. Sendo assim, possível utilizar esta metodologia que é de baixo custo pelos órgãos públicos para uma melhor análise dos acidentes de trânsito.

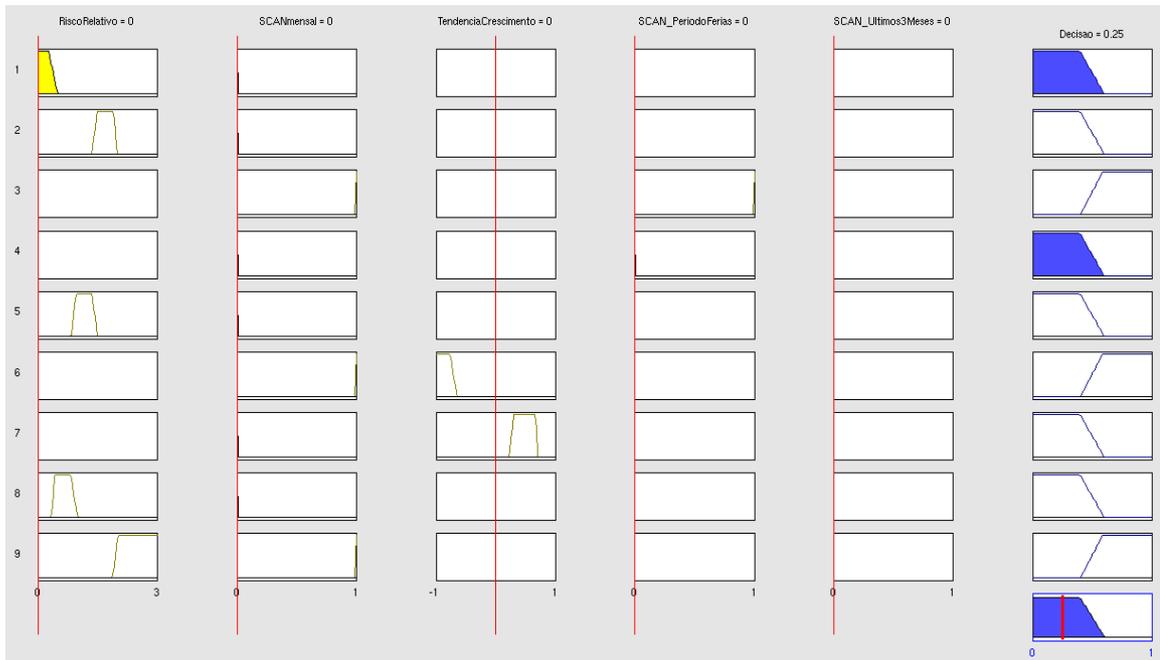


Gráfico 13: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Ernesto Geisel no mês de Janeiro.



Gráfico 14: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Manaíra no mês de Abril.

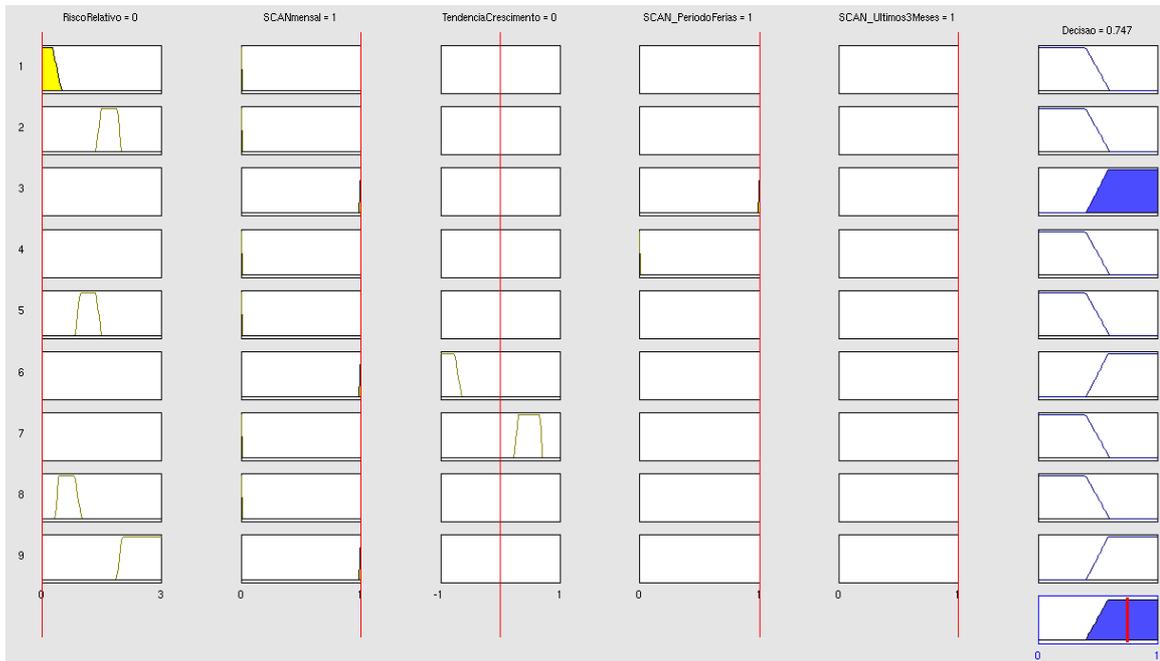


Gráfico 15: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Cabo Branco no mês de Agosto.

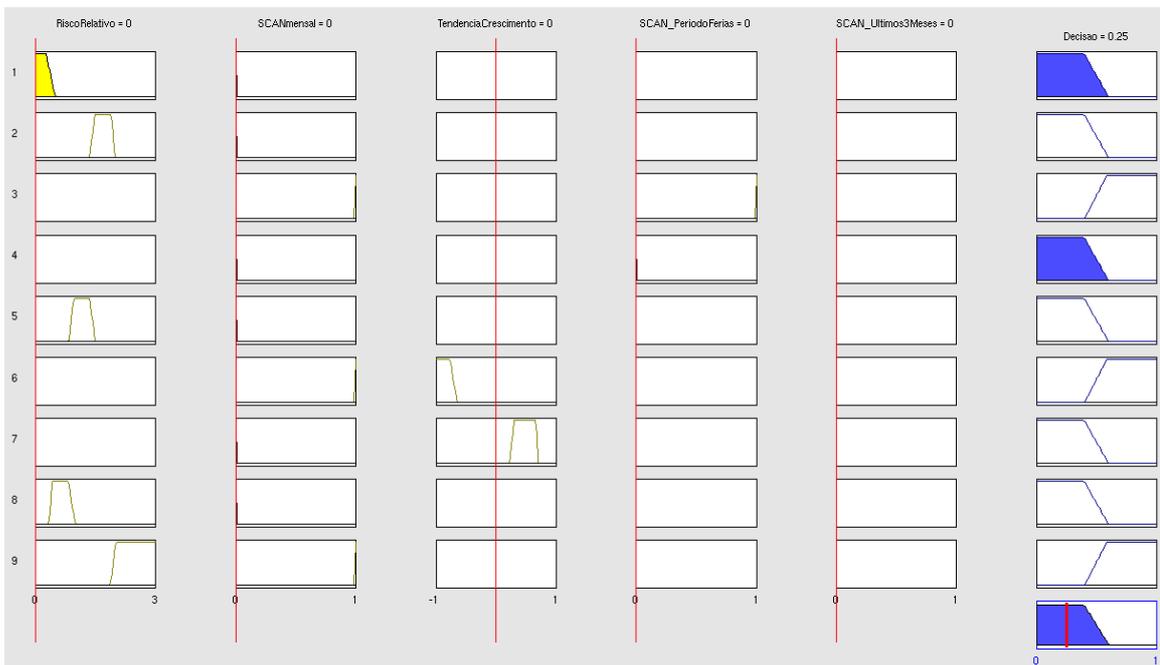


Gráfico 16: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Bessa no mês de Março.

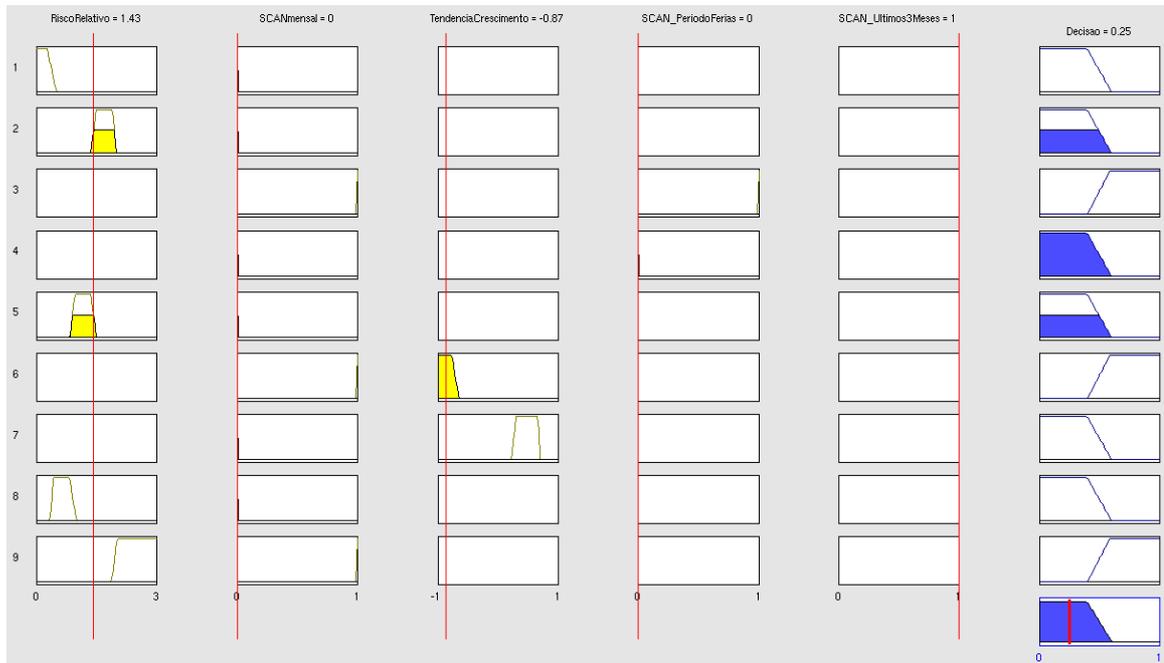


Gráfico 17: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Oitizeiro no mês de Abril.

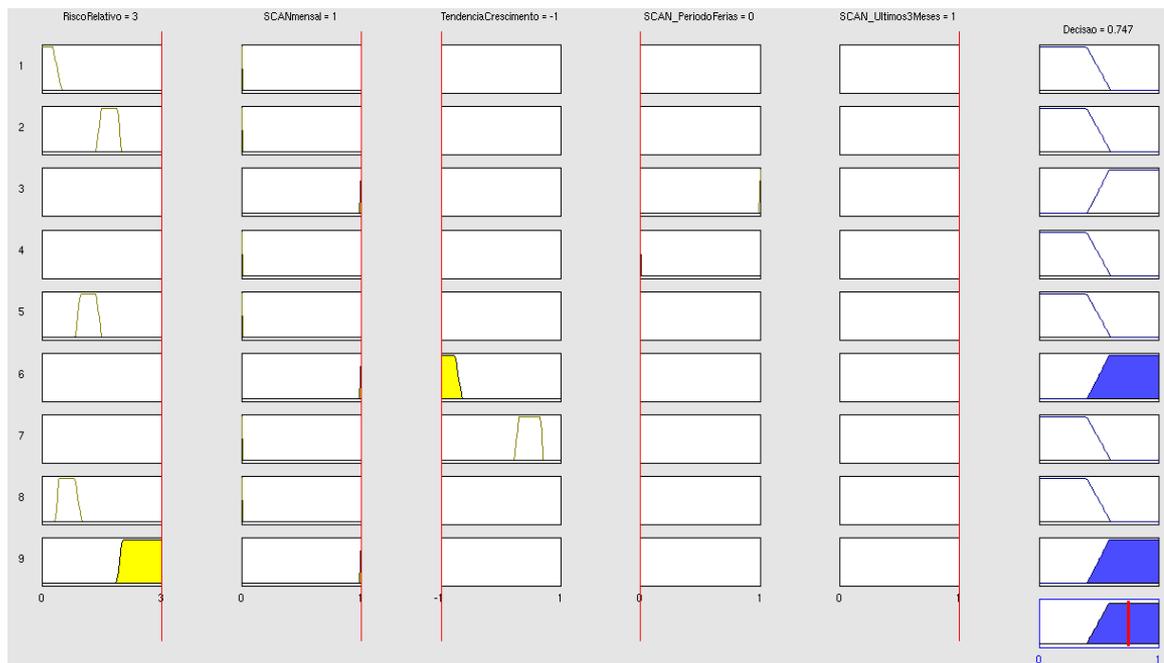


Gráfico 18: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Róger no mês de Novembro.

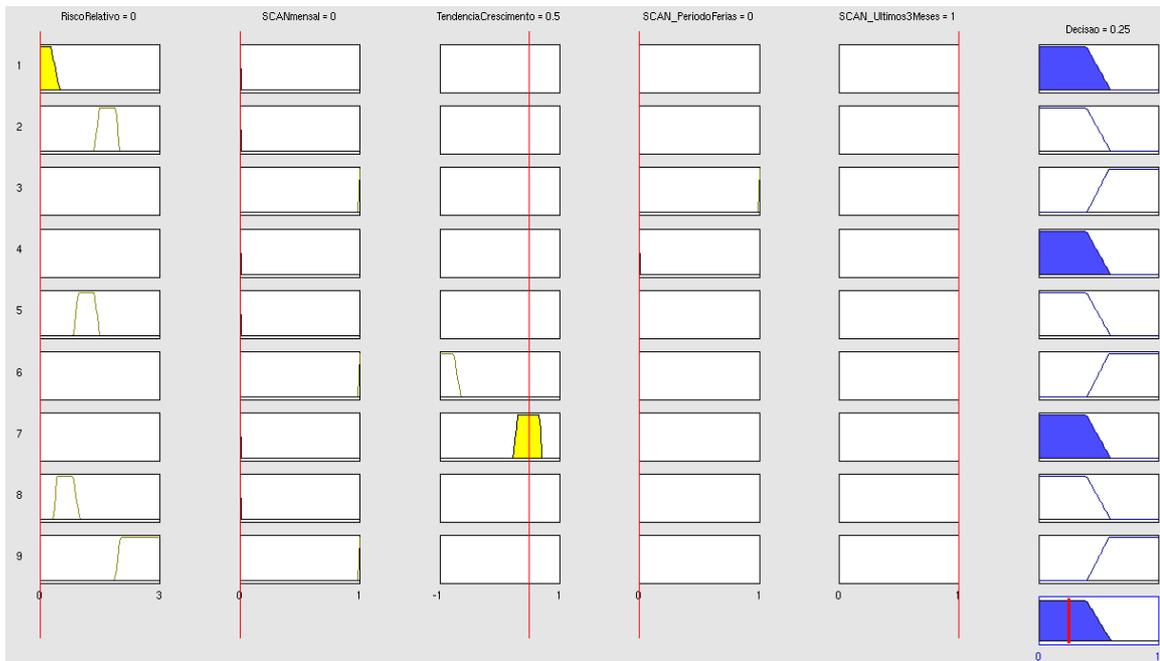


Gráfico 19: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Cruz das Armas no mês de Agosto.

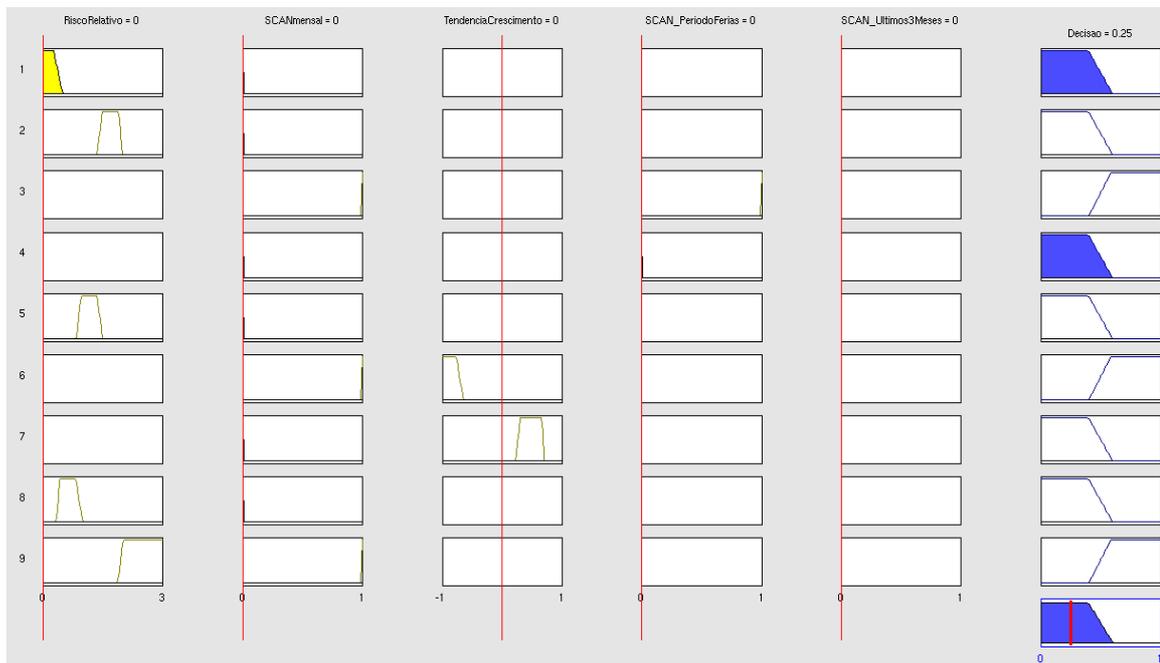


Gráfico 20: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Distrito Industrial no mês de Janeiro.

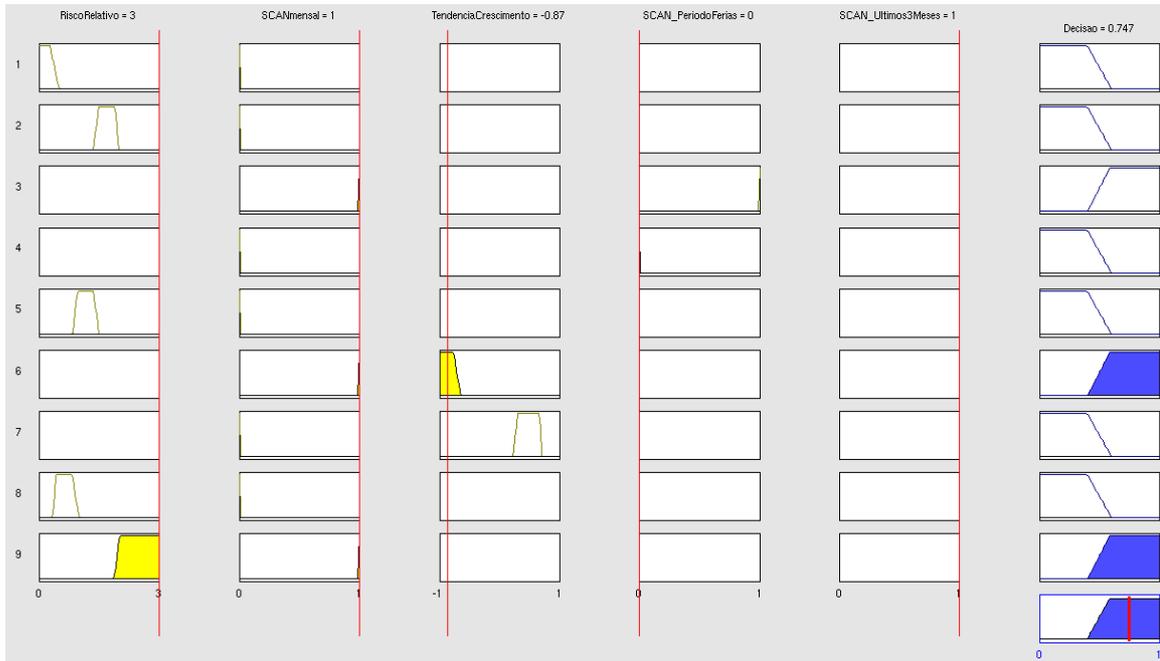


Gráfico 21: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* no bairro do Tambiá no mês de Agosto.

7 DISCUSSÃO

O estudo que inaugurou a discussão sobre as mortes provocadas por violência e por acidentes de trânsito começou a partir dos resultados do Ministério da Saúde (2007). Dessa maneira, convém salientar que uma das principais iniciativas de combate aos acidentes de trânsito foi lançada em 2004, com a publicação do *Informe mundial sobre prevenção dos traumatismos causados pelo trânsito* que estuda os fatores associados e as formas de prevenção e redução dos traumatismos no trânsito. Nesse contexto, o Ministério da Saúde priorizou a temática dos acidentes de trânsito voltada para a vigilância, prevenção e a promoção da saúde que tem por objetivo reduzir as lesões no trânsito e da violência para a melhoria da qualidade de vida da população. São exemplos dessa iniciativa a política nacional de redução da morbimortalidade por acidentes e violências (Portaria GM/MS no 737 de 16/05/2001), a implantação da Rede Nacional de Prevenção da Violência e Promoção da Saúde (Portaria GM/MS no 936 de 19/05/2004) e a Política Nacional de Promoção da Saúde (Portaria GM/MS no 687 de 30/03/2006), que define a redução da morbimortalidade por acidentes de trânsito como uma das suas ações prioritárias para o biênio 2006-2007 (BRASIL, 2007).

Pensando na análise dos acidentes de trânsito este trabalho obteve resultados que merecem ser discutidos, a começar pela análise das estatísticas descritivas. Os resultados das estatísticas descritivas mostrou que o sexo masculino são as maiores vítimas de acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa, o que coincide com os resultados dos estudos da ANTP (2004), Souza et al (2007) e Rissa et al (2008). Como também com os resultados do Ministério da Saúde (2007) concluiu que a mortalidade dos acidentes de trânsito por faixa etária e sexo em todo o Brasil, é maior no sexo masculino na faixa etária dos 30 aos 39 anos com 19,8% e do 0 a 4 anos idade com apenas 1,3%. No sexo feminino a maior faixa etária de mortalidade é dos 30 a 39 anos com 18,8% e a menor faixa etária do 0 a 4 anos de idade com 1,8%. Observa-se que em João Pessoa a maior faixa etária de mortes por acidentes de trânsito é mais predominante em duas faixas etárias dos 20 a 24 anos e dos 30 a 39 anos de idade.

Neste trabalho, os resultados mostraram, de acordo com a análise por dia da

semana, que os dias com maior número de acidentes de trânsito foram: sábado, segunda-feira e domingo. Em Abreu et al (2007) observa-se que os dias da semana com maior número de acidentes de trânsito foram: na sexta-feira com 21,1%, no sábado com 25,6% e no domingo com 14,4%. Já em Soares et al (2009), de sexta a domingo representam 47% das ocorrências. Esses estudos concordam que sábado e domingo os acidentes com vítimas fatais são maiores.

Na análise dos intervalos de horas das ocorrências dos acidentes, Soares (2008) mostrou uma incidência maior no período da noite em seguida, tarde e manhã. Em Solórzano et al (2005), foi identificando que a hora da ocorrência dos acidentes de trânsito mais frequente é no horário vespertino com 46,84%, matutino com 34,18% e noturno com 18,99%. O comportamento observado no estudo de Solórzano et al (2005) assemelha-se com os da cidade de João Pessoa, onde o horário da manhã e tarde apresentam-se com maior frequência e o intervalo da noite com menor frequência.

No trabalho de Abreu et al (2007), foi apreciada a natureza dos acidentes, onde constatou-se que os atropelamentos representam 52,2%, seguido da colisão com 23,3%. Em Soares et al 2009, observaram que o maior número de casos de acidente foram: “colisão/abaloamento” com 44% dos registros, “não-informado” foi a segunda maior contribuição com 32%, seguido do “atropelamento” e “choque com objeto fixo” ambos com 11%. Estudos realizados pelo Ministério da Saúde (2007) mostra que o número de óbitos por acidente de trânsito no Brasil foi por atropelamento com 28,9%. A categoria “Outros” tem a segunda proporção com 28,8% esta categoria é composta por acidentes com veículos a motor não especificados, acidentes de trânsito com veículos não especificados, além de acidentes ocorridos com ocupantes de trem, bonde, veículos de transportes especiais, usados em áreas industriais ou agrícolas entre outras. Na terceira categoria estão os ocupantes de automóvel com 20,5%, seguidos dos motociclistas com 14,4% e as demais categorias juntas (ciclistas e ocupantes de veículos de transportes pesados, caminhonetes, ônibus e triciclos) respondendo pelo restante dos óbitos 7,4%. O presente estudo concluiu que a cidade de João Pessoa, também apresenta como a principal natureza dos acidentes de trânsito os atropelamentos, seguidos da colisão. Os acidentes do tipo atropelamento se devem também pela alta

velocidade dos condutores dos veículos e da imprudência dos pedestres em não respeitarem a faixa de pedestre e as passarelas. Sendo que o tipo de transporte que mais causa morte em João Pessoa foi o automóvel em especial no ano de 2006 que representou 86,95%, seguido da moto com 19,54% em 2008. O não informado no ano de 2009 representa 81,81%, ou seja, informação não registrada pelo DML, sendo necessário um melhor preenchimento das informações a cerca do tipo de acidente na cidade de João Pessoa.

Na análise espacial dos resultados de Soares et al (2009), realizado na cidade de João Pessoa no ano de 2008, observou que os bairros do Centro, Mangabeira e Manaíra são responsáveis pelos maiores casos de acidentes de trânsito, variando de 471 a 815. A região sul, por sua vez, apresentou os menores valores com exceção de alguns bairros como: Valentina, Ernesto Geisel e Bairro das Indústrias. A região norte apontou valores baixos entre 1 a 49 casos de acidentes de trânsito, incluindo os bairros do Alto do Céu, Aeroclube, Jardim Oceania, São José e João Agripino. Temos cinco bairros distribuídos em João Pessoa que apresentam valores relativamente altos, variando de 259 a 470 casos de acidentes de trânsito entre eles são: Valentina, Cristo Redentor, Cruz das Armas, Bancários e Torre. Um outro trabalho de Soares (2008), que estudou a Unidade Padrão de Severidade (USP), observou-se que os bairros de Mangabeira e Centro possuem USP variando de 1546 a 2818 casos de acidentes. Os bairros do Cristo Redentor, Cruz das Armas, Bessa, Manaíra, Bancários e Torre o USP varia de 912 a 1545. Em comparação com os resultados desse trabalho, conclui-se que as regiões noroeste, norte e nordeste possuem um maior risco de acidente de trânsito em comparação com outras regiões da cidade de João Pessoa, no período de 2004 a 2009. Nestas regiões estão incluídos os bairros do Centro, Bessa, Varadouro e Altiplano Cabo Branco.

Em relação a uma das partes mais importante do trabalho, a escolha do modelo de decisão para da suporte a tomada de decisão foi baseada na lógica *fuzzy*, por permitir uma melhor identificação das áreas prioritárias e não prioritárias de intervenção na cidade de João Pessoa, com respeito a mortalidade por acidente de trânsito. Na literatura pesquisada para esta dissertação não foi encontrado nenhum trabalho similar com estas características.

Por fim, a identificação das áreas prioritárias e não-prioritárias utilizando um

modelo de decisão baseado na lógica *fuzzy* oferece aos órgãos públicos a possibilidade de orientação para políticas preventivas de baixo custo, como também medidas de apoio de conscientização e referentes à educação no trânsito. Estas ferramentas de suporte devem evidentemente ser acompanhadas por profissionais qualificados e especializados (médicos e enfermeiros), além de melhor infraestrutura dos hospitais, pois assim levará a redução do número de óbitos por acidentes de trânsito.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho detectou-se que a bases dos dados provenientes do Departamento de Medicina Legal possui algumas informações com baixa taxa de preenchimento, como tipo de acidente, natureza dos acidentes e faixa etária. Outras informações sequer existem no sistema, tais como: escolaridade, raça/cor e estado civil. O DML apresentou um bom preenchimento de outras variáveis como: bairro da ocorrência do acidente de trânsito, sexo da vítima, hora do acidente e dia da semana.

De acordo com os resultados, pode-se concluir que o tipo de acidente mais frequente foi o de automóvel. Nos anos de 2004 representou 84,54% em 2006 com 86,95%, 2007 com 78,16% e 2008 com 42,99% acidentes com automóvel. Nos anos de 2005, 2008 e 2009 o “não informado” chegou a um percentual alto de até 81,81%.

No que tange aos resultados por sexo das vítimas em acidente de trânsito, verificou-se que o sexo masculino em todos os anos estudados houve o registro de 562 mortes, contra 102 do sexo feminino, o mesmo é observado na maioria das grandes cidades do Brasil. Na apreciação dos resultados por natureza dos acidentes, vêem-se que o mais frequente foi o atropelamento, presentes nos anos de 2005, 2006, 2008 e 2009, seguido da colisão, que está presente nos anos de 2004 e 2007.

Os resultados por intervalo de hora mostraram que no período da manhã que compreende das 06:00 às 12:00 horas e a tarde que compreende das 12:00 às 18:00 horas foram os horários com maior número de acidentes fatais na cidade de João Pessoa no período de 2004 a 2009. Isso se deve ao aumento do fluxo de veículos nas vias da cidade. No período da madrugada que compreende das 00:00 às 06:00 horas, os resultados em todos os anos (2004 a 2009) mostraram que neste período os acidente são menores em virtude do baixo fluxo de veículos.

Na análise espacial, consoante os mapas de risco relativo, concluiu que as regiões do noroeste, norte e nordeste possuem um risco maior de acidente de trânsito do tipo fatal em relação a todas outras regiões da cidade de João Pessoa. Os bairros que incluem estão regiões são: Cabo Branco, Altiplano Cabo Branco,

Varadouro, Centro, Mandacaru e Bessa.

Na observação do mapa do SCAN, que estudou o período de dezembro de 2008, janeiro de 2009 e fevereiro de 2009, observou-se conglomerados espaciais ao nível de 3% da população nos bairros do: Castelo Branco, Altiplano Cabo Branco e Cabo Branco, todos esses bairros são localizados na região nordeste da cidade de João Pessoa. No mapa do SCAN do ano de 2009, os conglomerados espaciais estão localizados nas regiões oeste, norte, noroeste e nordeste. Estas regiões incluem os seguintes bairros: Cabo Branco, Altiplano Cabo Branco, Varadouro, Centro, Cruz das Armas, Pedro Gondim, Tambiá e Tambauzinho.

O modelo de decisão foi baseado na lógica *fuzzy*, onde foram elaborados seis variáveis *fuzzy* e quinze conjuntos *fuzzy*. As variáveis de entrada foram: Risco Relativo, SCAN mensal, SCAN período de férias, SCAN últimos três meses e Tendência de Crescimento. A variável de saída foi a identificação da categoria do bairro, cujos termos linguísticos foram: “prioritário” e “não-prioritário”.

O modelo de decisão usado trouxe resultados satisfatórios para a identificação das áreas prioritárias e não-prioritárias na cidade de João Pessoa no ano de 2009. Por exemplo, foi possível observar que os bairros do Cabo Branco, Róger e Tambiá foram identificados como prioritários e os bairros do Altiplano Cabo Branco, Ernesto Geisel, Manaíra, Bessa, Oitizeiro, Cruz das Armas e Distrito Industrial como não prioritário. Foram aplicados as mesmas regras para os demais bairros da cidade de João Pessoa.

Com todos os resultados mencionados acima será possível um maior compreensão de como os acidentes de trânsito se distribuem na cidade, facilitando assim a definição de políticas localizadas específicas para as áreas prioritárias e não-prioritárias de intervenção, com relação aos acidentes de trânsito. Por conseguinte, pode-se também definir políticas de saúde específicas e atuação em conjunto com os hospitais de traumas e sistemas de atendimento de urgência, sendo possível propor medidas mitigadoras, visando diminuir a quantidade de vítimas fatais na cidade de João Pessoa.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. M. M.; LIMA, J. M. B.; SILVA, L. M. Níveis de alcoolemia e mortalidade por acidentes de trânsito na cidade do Rio de Janeiro. **Escola Anna Nery Rev Enferm**, v.11, n.4, p.575-80, 2007.

ALMEIDA, L. V. C.; PIGNATTI, M. G.; ESPINOSA, M. M. Principais fatores associados à ocorrência de acidentes de trânsito na BR 163, Mato Grosso, Brasil, 2004. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n.2, p.303-312, fev. 2009.

ANTP. **Pesquisa de acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas de Belém, Recife, São Paulo e Porto Alegre** – Renavam / IPEA, ANTP. - Brasília: Ipea: ANTP, 2004.

ARAÚJO M. et al. Distribuição desigual da mortalidade por causas externas: avaliação de Aspectos socioeconômicos, **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 29, n. 2, p. 262-272, jul/dez. 2005.

ASSUNÇÃO, R. M. Estatística espacial com aplicações em epidemiologia economia e sociologia. São Carlos, SP: Associação Brasileira de Estatística, 2001. Disponível em: <<http://www.est.ufmg.br/assuncao/art/art.html>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

BERNARDINO, A. R. **Espacialização dos acidentes de trânsito em Uberlândia (MG): técnicas de geoprocessamento como instrumento de análise** – 2000 a 2004. 268 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, 2007

_____.BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. **Políticas Nacional de Redução da Morbimortalidade por Acidentes e Violência: Portaria MS/GM nº737 de 16/5/01**, publicada no DOU n.º96 seção 1E de 18/5/01/ Ministério da Saúde, Secretária de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação de Saúde. - 2. ed. - Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

_____.BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. **Mortalidade por Acidente de Transporte Terrestre no Brasil/Ministério da Saúde**, Secretária de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação em Saúde. - Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

_____.BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Abordagens espaciais na saúde pública** / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M. Santos, Christovam Bacellos, organizadores. - Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CARVALHO, M. S. Aplicações de métodos de análise espacial na caracterização de áreas de risco a saúde. Tese (Doutorado) | COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 1997. Disponível em: <<http://www.procc.ocruz.br/carvalho>>. Acesso em: 10 junho. 2010.

CHINI, F; et al. Road traffic injuries in one local health unit in the Lazio region: results

of a surveillance system integrating police and health data. **International Journal of Health Geographics**, v.8, n. 21, p.1-12, 2009.

DRUCK, S. et al. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004.

FRANÇA, A. M.; GOLDNER, L. G. Diagnóstico dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Estaduais de Santa Catarina utilizando um Sistema de Informação Geográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2008.

KULLDORFF, M. A spatial scan statistics. **Communications in Statistics – Theory and Methods**, v.26, p.1481-1496, 1997.

KULLDORFF, M; NAGARWALLA, N. Spatial disease conglomerados: detection and inference. **Statistics in Medicine**, v.14, p.799-810, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais**. Online. Apresenta uma síntese dos indicadores sociais do Brasil, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Relatório Executivo dos Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**/ Brasília: Ipea, 2006.

INFORMES TÉCNICOS INSTITUCIONAIS. Programa de Redução da Morbimortalidade por Acidentes de Trânsito: Mobilizando a Sociedade e Promovendo a Saúde. **Rev Saúde Pública**, v.36,n.1,p.114-117, 2002.

LARDELLI, M. et al. Driver dependent factors and risk of causing a collision for two wheeled motor vehicles. **Injury Prevention**, v.11, p. 225-31, 2005.

LIN, M. R et al. Factors associated with severity of motorcycle injuries among young adult riders. **Injury Prevention**, v.35, p. 318-20, 2003.

LUCENA, S. E. F. **Avaliação de Modelos Espaço- Temporais Aplicados aos Homicídios por Arma Branca e Arma de Fogo em João Pessoa, PB, nos anos de 2001 a 2009**. 107 f. Monografia - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

LUCENA, S. E. F.; MORAES, R. M. Análise do desempenho dos métodos scan e besag e newell para identificação de conglomerados espaciais do dengue no município de João Pessoa entre os meses de janeiro de 2004 e dezembro de 2005. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.15, n.3, p. 544-561, 2009.

MALTA, D. C. et al. O Impacto da Legislação restritiva do álcool na morbimortalidade por acidentes de transporte terrestre – Brasil, 2008. **Epidemiol.Serv.Saúde**, v. 19, n. 1, p.77-78, jan/mar. 2010.

MARGONARI, C. et al. Epidemiology of visceral leishmaniasis through spatial

analysis, in Belo Horizonte municipality, state of Minas Gerais, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 101, n. 1, p. 31-38, 2006.

MEDRONHO, R. A. et al. **Epidemiologia**. São Paulo: Atheneu, 2009.

MINAMISAVA, R. et al. Spatial conglomerados of violent deaths in a newly urbanized region of Brazil: highlighting the social disparities. **International Journal of Health Geographics**, v. 8, n. 66, p. 1-10, 2009.

MORAES, R. M. Uma arquitetura de sistemas especialistas nebulosos para classificação de imagens utilizando operadores da morfologia matemática. 1998, 114f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil.

MOURA, F. R. **Deteção de conglomerados espaciais via algoritmo scan multi-objetivo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

NEIL, D. B.; MOORE, A. W.; SABHNANI, M. Morbidity and mortality weekly report. In: _____. [S.l.: s.n]., v. 545, p.197, cap. Detecting Elongated Disease Clusters 2005.

NEIL, D. B. An empirical comparison of spatial scan statistics for outbreak detection. **International Journal of Health Geographics**, v. 8, n. 20, 2009.

NOBRE, F. S. M; PALHARES, Á. G. B. Informações Quantitativas e Qualitativas no Projeto de Controladores Nebulosos. **Controle & Automação**, v. 8, n. 2, 1997.

OLIVEIRA, D. C. **Elaboração de modelos linguísticos, baseados na teoria de conjuntos fuzzy, para mensuração de qualidade de vida relacionada à saúde**. 2004. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ORTEGA, N. R. S. **Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a Problemas da Biomedicina**. 2001. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

PEREIRA, W. A. P; LIMA, M. A. D. S. Atendimento pré-hospitalar: caracterização das ocorrências de acidente de trânsito. **Acta Paul Enferm**, v.19, n.3, p. 279-83, 2006.

RISSA, C. A. et al. Traffic related deaths in Nuevo Leon, Mexico: causes and associated factors. **Salud Pública de México**, v.50, 2008.

RUIZ, F. R. et al. Geographic variability of fatal road traffic injuries in Spain during the period 2002-2004: an ecological study. **BMC Public Health**, v. 7, n.266, p. 1-7, 2007.

SANTOS, L; JUNIOR, A. A. R. Distribuição espacial dos acidentes de trânsito em São Carlos (SP): identificação de tendências de deslocamento através da técnica de elipse de desvio padrão. **Caminhos de Geografia**, v.7, n.18, p. 134-145, jun.2006a.

SANTOS, L; JUNIOR, A. A. R. Análise Espacial de Dados Geográficos: a utilização da exploratory spatial data analysis – ESDA para identificação de áreas críticas de acidentes de trânsito no município de São Carlos (SP). **Sociedade & Natureza**, v.18, n.35, p.97-107, dez.2006b.

SIEGEL, S; **Estatística não-Paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

SOARES, R. A. S. **Utilização de técnicas de geoprocessamento na identificação de locais críticos de acidentes de trânsito**. 2008, 94f. Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento) Centro Federal de Educação Tecnológico da Paraíba, João Pessoa, 2008.

SOARES, D. F. P. P; BARROS, M. B. A. Fatores associados ao risco de internação por acidentes de trânsito no Município de Maringá-PR. **Rev Bras Epidemiol**, v.9, n.2, p. 193-205, 2006.

SOARES, R. A. S.; et al. **Análise Espacial dos acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa no período de Janeiro a Dezembro de 2008**. IX Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional – realizado na Estação Ciência Cultura e Arte, João Pessoa, PB, de 21 a 23 de outubro de 2009.

SOARES, R. A. S; COSTA, D. C. S; MORAES, R. M. **A motocicleta e o acidente de trânsito: caracterização das ocorrências em João Pessoa, PB**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação – realizado em Recife – Pernambuco entre 27 a 30 de Julho de 2010.

SOLÓRZANOe. C. H. et al. Factores asociados con la gravedad de lesiones ocurridas en la vía pública en Cuernavaca, Morelos, México. **Salud Pública de México**, v.47, n.1, 2005.

SOUZA, V. R; CAVENAGHI, S; ALVES, J. E. D. **Mapeamento dos óbitos por local de ocorrência dos acidentes de trânsito na cidade do Rio de Janeiro**. In: XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu-Minas Gerais-Brasil, 2006.

SOUZA, I. C. A.; MORAES, R. M. **Utilização de sistemas de informação geográfica na análise espacial de dados de saúde pública na Paraíba entre os anos de 1998 e 2001**. João Pessoa, PB: [s.n.], 2003. Disponível em: <<http://www.de.ufpb.br/~ronei>>. Acesso em 06 mai 2010.

SOUZA, M. F. M. et al. Análise descritiva e de tendência de acidentes de transporte terrestre para políticas sociais no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 1, p. 33-44, 2007

Superintendência de Transporte e Trânsito (STTrans). **Estatística de Acidentes de Trânsito – Análise de resultados**, 2009.

TORRES, G. L. et al. Determinants of within-county variation in traffic accident mortality in Italy: a geographical analysis. **International Journal of Health Geographic**, v.6, n. 49, p.1-8, 2007.

ZADEH, L.A. Fuzzy Sets, **Information and Control**, v.8, p. 338-353, 1965.

