



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CAMILA GABRIELLE DE ARÁUJO SANTOS

**METODOLOGIA DE UTILIZAÇÃO DE UM SIG COMO FERRAMENTA NO
AUXILIO AO GERENCIAMENTO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO**

MOSSORÓ – RN
2018

CAMILA GABRIELLE DE ARÁUJO SANTOS

**METODOLOGIA DE UTILIZAÇÃO DE UM SIG COMO FERRAMENTA NO
AUXILIO AO GERENCIAMENTO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO**

Monografia apresentada à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito
para obtenção do título de Engenheira Civil

Orientador: Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira –
UFERSA.

MOSSORÓ – RN
2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S237m SANTOS, CAMILA GABRIELLE DE ARAÚJO.
METODOLOGIA DE UTILIZAÇÃO DE UM SIG COMO
FERRAMENTA NO AUXÍLIO AO GERENCIAMENTO DE
ACIDENTES DE TRÂNSITO / CAMILA GABRIELLE DE ARAÚJO
SANTOS. - 2018.
59 f. : il.

Orientador: Eric Amaral Ferreira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2018.

1. Mobilidade Urbana. 2. Geoprocessamento. 3.
QGIS. 4. Acidentes. 5. Mossoró. I. Ferreira, Eric
Amaral, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

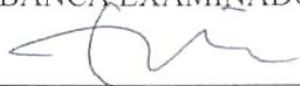
CAMILA GABRIELLE DE ARÁUJO SANTOS

**METODOLOGIA DE UTILIZAÇÃO DE UM SIG COMO FERRAMENTA NO
AUXILIO AO GERENCIAMENTO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Engenheira Civil.

APROVADA EM: 17/09/2018

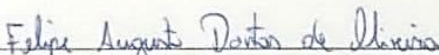
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira
UFERSA - Presidente



Prof. Dr. Paulo César Moura da Silva
UFERSA - Primeiro Membro



Prof. Bel. Felipe Augusto Dantas de Oliveira
UFERSA - Segundo Membro

Ao meu tio Carlos Roberto Batista de Araújo que sempre foi um exemplo de engenheiro civil, esposo, pai e tio. Um homem dedicado à sua família, apaixonado pela sua profissão e com muita fé em Deus. Ao meu avô materno, Raimundo João de Araújo, com seu exemplo de garra e determinação. (In Memoriam).

Aos meus avós paternos, Artemísio Bernardino dos Santos e Antônia Lusía dos Santos, e a minha avó materna, Aldeniza Batista da Silva. Pelo amor transmitido ao longo de todos os anos da minha vida. (presentes)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado sabedoria e capacidade para realizar esse trabalho, por todo o cuidado durante todos os dias, por ter me concedido a força que eu precisei nos momentos difíceis, por ter sido o meu guia e a minha fortaleza, e pela infinita graça e misericórdia que estão sobre mim dia após dia.

Agradeço aos meus pais, Adonias Artemísio dos Santos e Ana Cristina Batista de Araújo Santos por apoio e amor concedido a mim durante a minha vida, pela educação e incentivo de que a cada dia eu fosse melhor. Agradeço a minha irmã, Eloisa Estephany pelo exemplo de determinação e garra com seus estudos, me serviram de incentivo nessa reta final da minha graduação.

Agradeço a toda minha família pelo apoio e pela torcida, para que eu conseguisse concluir mais essa etapa em minha vida. Em especial a minha querida avó, Antônia Lusía pelo cuidado, carinho e atenção, pois em meio a tantos filhos e netos nunca esqueceu de mim e sempre me desejou o melhor. Obrigada por ter sido meu grande exemplo de força, coragem e dedicação.

Agradeço a Pedro Vinícius, Gleimeson Roney, e Ezequias Gomes, colegas de faculdade, que se tornaram uma família para mim, obrigado por sempre se preocuparem e torcerem por mim, pelo amparo nos momentos difíceis. Levarei para sempre as lembranças desse período, obrigado pela paciência e por terem me ajudado a ser uma pessoa melhor.

Agradeço a Marina Macedo e Giovana Limeira por terem sido bem mais que colegas de faculdade e de profissão, mas de vida, vocês se tornaram mais importante em minha vida a cada dia, a cada batalha enfrentada na universidade e na vida, obrigada por dividirem comigo essa conquista.

Agradeço a Camila Elnatana por ter sido minha confidente, me aconselhando nos momentos difíceis e desafiadores, por se alegrar comigo nos momentos bons, pelo apoio, carinho e incentivo. Sou grata a Deus pela sua vida e por ter o privilégio de dividir um pouco da minha com você.

Agradeço a Quézia Fonseca e Diego Zacarias pelas palavras de conforto e de carinho os momentos que a angústia tomava de conta. Levarei sempre comigo a lembrança das coisas boas que me ensinaram.

Agradeço a Hamilton Neto por compartilhar comigo de bons e maus momentos enfrentados durante esse período. O seu apoio foi importante para que eu conseguisse alcançar essa conquista, obrigada por se fazer presente nesse momento.

Agradeço aos demais amigos que se fizeram presentes de alguma forma, sejam me animando em meio as tribulações, me confortando com palavras de incentivo e coragem, me ajudando a me manter firme durante esse trabalho ou até orando pela minha vida.

Agradeço a toda equipe do projeto de geoprocessamento, em especial a João Neto, com certeza eu não teria conseguido sem suas explicações, a Gisley Carla pela amizade e estímulo na confecção desde trabalho. Obrigada Junior Carvalho, Dalila Praxedes e demais, sem o suporte de vocês eu não teria conseguido resultados tão bons.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Eric Amaral, pelo suporte na realização desde trabalho. Pela atenção e persistência nos momentos de passar um pouco dos seus conhecimentos para a realização desse estudo.

Agradeço a banca Prof. Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira, Prof. Dr. Paulo César Moura da Silva e Prof. Felipe Augusto Dantas de Oliveira, pela disponibilidade e atenção ao meu trabalho, agradeço por agregarem ainda mais conhecimento a esse estudo.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido por me proporcionar a oportunidade da realização de um sonho, me tornar engenheira civil.

Não andem ansiosos por coisa alguma, mas em tudo, pela oração e súplicas, e com ação de graças, apresentem seus pedidos a Deus. E a paz de Deus, que excede todo o entendimento, guardará os seus corações e as suas mentes em Cristo Jesus.[..] Posso todas as coisas em Cristo que me fortalece.

Filipenses 4:6-7/13

RESUMO

A expansão, seja ela territorial ou populacional, traz preocupações no que diz respeito a mobilidade urbana sustentável, pois chama atenção para o aumento no número da frota de veículos particulares em detrimento aos coletivos e sustentáveis. Portanto cabe ao poder público garantir o direito de todos os cidadãos, o direito de se deslocar em segurança no trânsito, seja para fins de lazer ou trabalho. Neste cenário, o trabalho diz respeito a um estudo de caso, do projeto desenvolvido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, intitulado *Plataforma em SIG para gerenciamento das acidentalidades de trânsito em Mossoró*. Tendo objetivo descrever uma nova metodologia aplicada na obtenção de dados georreferenciados sobre as ocorrências de acidentes de trânsito, utilizando um banco de dados e um *software* SIG livre e gratuito para posterior análise dos dados alcançados, possibilitando a tomada de decisão por parte dos gestores. O estudo fundamentou-se em coletar nos órgãos responsáveis as informações sobre os acidentes de trânsito, criar uma base de dados georreferenciada para possíveis análises após o tratamento dos dados georreferenciados no *software* QGIS, além de analisar os resultados já obtidos com a aplicação dessa metodologia. Desta maneira foi possível concluir que essa metodologia é rápida e eficiente, na obtenção de informações confiáveis e acessíveis para interpretação dos dados. Facilitando assim a tomada de decisão por parte da gestão pública, no que se refere a medidas preventivas e corretivas de gestão de trânsito.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Geoprocessamento, QGIS, Acidentes, Mossoró.

ABSTRACT

Whether it is territorial or population expansion, it raises concerns about sustainable urban mobility, as it calls attention to the increase in the number of the private vehicle fleet in detriment to the collective and sustainable ones. Therefore, it is the responsibility of the public power to guarantee the right of all citizens, the right to travel safely in transit, whether for leisure or work purposes. In this scenario, the work concerns a case study, the project developed at the Federal Rural Semi-Arid University, entitled GIS Platform for management of traffic accidents in Mossoro. The objective of this study is to describe a new methodology applied to obtain georeferenced data on the occurrence of traffic accidents, using a database and free GIS software for free data analysis, allowing decision-making by managers. The study was based on collecting information on traffic accidents, creating a georeferenced database for possible analysis after the treatment of the georeferenced data in the QGIS software, and analyzing the results already obtained with the application of this methodology. In this way it was possible to conclude that this methodology is fast and efficient, in obtaining reliable and accessible information in the interpretation of the data reached. This facilitates decision-making by public management in relation to preventive and corrective measures of traffic management.

Keywords: Urban Mobility, Geoprocessing, QGIS, Accidents, Mossoró.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de óbitos por acidentes de trânsito na população total das regiões do Brasil de 2001 a 2011.....	22
Tabela 2 - Indenizações pagas por região.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da frota x população – 2008 a 2017.....	21
Figura 2 - Esquema geral de uma estrutura SIG.....	27
Figura 3 – Mapa de localização do município de Mossoró-RN.....	30
Figura 4 – Página inicial do SCBOAT.....	33
Figura 5 – Página principal do ArangoDB.....	34
Figura 6 – Modelo do banco de dados orientado a grafos.....	34
Figura 7 – Página principal do QGIS.....	35
Figura 8 – Base de dados georreferenciada 1(a) Sequência de passos (b) Resultado da base com as malhas viárias de Mossoró-RN.	38
Figura 9 – Base de dados georreferenciada 2 (a) Sequência de passos (b) Resultado da base com as malhas viárias de Mossoró-RN.	39
Figura 10 – Exportação de dados sobre os acidentes de trânsito do ArangoDB.....	41
Figura 11 – Obtenção dos dados no formato json para geojson(a) Abrir como bloco de notas (b) Salvar como (c) Mudar manualmente o formato (d) Formato salvo em geojson.	41
Figura 12 – Conversão dos dados no formato geojson para shpfile (a) Abrir camada vetorial (b) Selecionar local para armazenamento e o formato desejado (c) Adicionar novamente a camada vetorial no formatoshp.....	44
Figura 13 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por tipo no município de Mossoró-RN.....	46
Figura 14 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por bairros no município de Mossoró-RN.	47
Figura 15 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por dia da semana no município de Mossoró-RN.	48
Figura 16 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por horário no município de Mossoró-RN.	49
Figura 17 – Mapa com acidentes de trânsito por tipo no município de Mossoró-RN.	50
Figura 18 –Mapa de classificação das vias de Mossoró-RN, de acordo com sua velocidade.	51
Figura 19 – Mapa com acidentes de trânsito por tipo de via no município de Mossoró-RN..	52
Figura 20 – Mapa com acidentes de trânsito por tipo de pavimento de via no município de Mossoró-RN.	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API – *Application Programming Interface*

BOAT – Boletim de Ocorrência de Acidente de Trânsito

CSS – *Cascading Style Sheet*

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DOTS – Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável

DPRE – Distrito de Polícia Rodoviária Estadual

HTML – *Hipertext Markup Language*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITDP – Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento

ITEP – Instituto Técnico-Científico de Perícia

JSON – *JavaScript Object Notation*

OMS – Organização Mundial da Saúde

PIB – Produto Interno Bruto

PNMU – Política Nacional de Mobilidade Urbana

RN – Rio Grande do Norte

SAMU – Serviços de Atendimento Móvel de Urgência

SCBOAT – Sistema de Cadastro de Boletins de Ocorrência de Acidente de Trânsito

SEMOB – Secretaria de Mobilidade Urbana

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SIG – Sistema de Informações Geográficas

UBS – Unidades Básicas de Saúde

UTM – *Universal Transverse Mercator*

WGS – *World Geodetic System*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL E SEUS DESAFIOS	17
3.2 TRÂNSITO E SUAS CONSEQUÊNCIAS	20
3.3 GEOPROCESSAMENTO E SUAS FUNCIONALIDADES	24
3.4 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG	26
3.5 TIPO DE PESQUISA.....	28
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
4.1.1 Localização.....	30
4.1.2 População	31
4.1.3 Caracterização Socioeconômica.....	31
4.2 ETAPAS DE PESQUISA	31
4.3 MATERIAS.....	32
4.3.1 Sistema de Cadastro de Boletins de Ocorrência de Acidente de Trânsito- SCBOAT.....	32
4.3.2 Software QGIS	35
4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
4.4.1 Obtenção de dados	36
4.4.2 Criação da Base Georreferenciada.....	38
4.4.3 Tratamento dos dados	40
5 DISCUSSÕES.....	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE A – CADASTRO DE NOVOS ACIDENTES.....	59
APÊNDICE B – CADASTRO DAS VÍTIMAS.....	59
APÊNDICE C – CADASTRO DOS VEÍCULOS.....	60
APÊNDICE D – LISTAS DOS ACIDENTES.....	60

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização dos municípios no Brasil, chama a atenção para um importante fator ao crescimento econômico e social do país, a malha rodoviária. Segundo o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil o Brasil possui aproximadamente 1,53 milhões de quilômetros (km) de rodovias, entre elas, federais, estaduais e municipais (TRANSPORTE, 2018)

Devido seu grande alcance e ramificações dentro do território nacional, principalmente no que diz respeito a circulação de pessoas e cargas, foi criada a Lei nº 9.503, sancionada em 23 de setembro de 1997, instituindo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que declara que o trânsito seguro é direito de todos e dever dos órgãos responsáveis, sendo eles encarregados de tomar medidas para assim garanti-lo (BRASIL, 1997).

São inúmeras as reportagens que alertam sobre os números crescentes de acidentes de trânsito e suas vítimas em todo o país, são fatos inegáveis e assustadores da violenta realidade do trânsito brasileiro. Os acidentes de trânsito no Brasil além de se tornarem um problema de saúde pública, também geram dificuldades econômicas ao país.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), por ano, cerca de 40 bilhões são gastos com acidentes em rodovias brasileiras, enquanto os acidentes nas áreas urbanas, são aproximadamente 10 bilhões, este valor tanto refere-se aos custos hospitalares quando a perda de produção (IPEA, 2015),

Nesse contexto, pode-se perceber que a ausência de providências para um trânsito seguro e eficiente traz consigo diversos efeitos negativos sendo eles, o aumento no número de acidentes, o aumento no número de indenizações e gastos hospitalares com as vítimas de trânsito, diminuição na expectativa de vida e a perda de vidas humanas.

Por essa razão é possível perceber a relevância do trânsito, direta ou indiretamente na saúde e segurança do homem, pois o custo em geral com as vítimas poderia estar sendo investido em outros setores, como o ensino público de qualidade. São diversos os motivos que tornam esse trabalho relevante na área da engenharia.

Desta forma é fundamental por parte dos órgãos responsáveis a gestão de qualidade, todavia faz-se necessário conhecer e estudar os fatores que ocasionam esses acidentes. Para isso pode-se levar em consideração que cada acidente é um fenômeno com características de tempo e espaço bem definidos sendo possível uma análise espacial.

Polidoro e Barros (2010) descrevem as diversas possibilidades de gestão de territórios através da espacialização de fenômenos e dados georreferenciados, e seu grande valor na elaboração de políticas públicas, porque propiciam a identificação no campo visual das respostas para alguns questionamentos sobre tais fenômenos, e onde se pode atuar para impedi-los ou ainda selecionar os locais que precisarão sofrer interferências.

O aspecto geográfico desse sistema propicia que as informações georreferenciadas, ou seja, agregadas as suas coordenadas em duas ou em três dimensões no espaço, se referindo a uma localização no globo terrestre possam ser armazenadas em um banco de dados. Portanto, assume-se um conjunto de softwares e hardwares aptos para armazenar, analisar e processar dados georreferenciados como um Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG). A análise dos dados inclusos num SIG proporciona a concepção de mapas, gráficos, tabelas e relatórios que representam, digitalmente, o mundo real. (EMBRABA, 2014).

Logo, a correta utilização das geotecnologias traz benefícios, pois torna-se um método novo para a tomadas de decisões pelas entidades públicas, servindo de referência, principalmente, para a implementação de futuras medidas mitigadoras de acidentes. Por isso a engenharia de transporte vem inovando na elaboração de projetos que utilizam de geotecnologias, saindo em dianteira no que tange o planejamento de ações.

Portanto, com o intuito de garantir um trânsito seguro foi instituído o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) apresentando todas as diretrizes para assegurar um trânsito seguro e quem são os responsáveis por tais diretrizes. Com a mesma finalidade aplicasse o uso da tecnologia SIG, por ser completamente barata e acessível na gestão do trânsito.

A metodologia descrita neste trabalho foi aplicada com as informações do município de Mossoró-RN. E busca facilitar e baratear o custo com tratamento de informações sobre acidentes de trânsito, tornando compreensível os resultados obtidos com a simples análise realizada por meio de um *software* SIG, o QGIS.

Diante disso, o presente trabalho visa descrever e exemplificar o processo para reunir diversas informações sobre os acidentes, criar uma base de dados, um banco de dados, e realizar uma análise de mapas que facilitam a interpretação dos fenômenos registrados e representados, pois se tornam apoio a tomada de decisões na gestão de engenharias de transporte. Servindo de referência, principalmente, para a implementação de futuras medidas mitigadoras de acidentes de trânsito.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever um novo método utilizando geotecnologias, incluindo elas o sistema de informações geográficas, um *software* gratuito e livre de geoprocessamento e um sistema de gerenciamento de banco de dados, para análise de fatores que contribuem para acidentalidade, bem como para indicar quais as melhores decisões a serem tomadas para beneficiar a mobilidade urbana e segurança no trânsito em uma cidade de médio porte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver banco de dados sobre o acidente de trânsito e suas vítimas, sejam elas apenas de danos materiais ou físicos;
- Descrever o Sistema de Cadastro de Boletins de Ocorrência de Acidente de Trânsito (SCBOAT), o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados e a criação da Base de Dados Georreferenciada como base para os estudos levantados;
- Descrever como adequar, inserir e georreferenciar dados em um software SIG, para garantir a eficiente e fácil interpretação das informações colhidas e tratadas.
- Análise dos resultados de trabalhos que utilizaram a mesma metodologia, identificando oportunidades e deficiências, para a tomada de decisões.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MOBILIDADE URBANA SUSTENTAVEL E SEUS DESAFIOS

O artigo quarto, inciso terceiro da Lei nº 12.587, sancionada em 3 de janeiro de 2012, instituindo as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), define mobilidade urbana como a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano (BRASIL, 2012).

Vaccari e Fanini (2016) tratam a mobilidade urbana como uma particularidade relacionada as pessoas e os atores econômicos do meio urbano que buscam atender, de inúmeras maneiras, suas necessidades de deslocamento para a realização dos seus afazeres cotidianos como, por exemplo, trabalho, estudo e lazer.

Conforme o Cidades (2006) a mobilidade pode ser afetada por diversos fatores como renda, idade, sexo, habilidade de compreender mensagens, capacidade de utilizar veículos e equipamentos de transporte, entre outras coisas. Desta forma é imprescindível reconhecer as demandas e interações daqueles que fazem parte do meio urbano para, de modo eficaz, oferecer mobilidade e acessibilidade em todo o meio.

De acordo com Campos (2013) as viagens em uma cidade são demandas derivadas, ou seja, um artifício para a cumprimento de outras tarefas, sendo elas uma mera consequência da necessidade de deslocamento.

Desse modo a mobilidade vai além de ser apenas uma questão sobre as circunstâncias de locomoção e de utilização de meios de transporte, expressa a relação dos indivíduos com o espaço, com os objetos e meios empregados para gerar os deslocamentos, e com os outros indivíduos (CIDADES, 2006). Logo percebe-se que a mobilidade urbana é a razão e a consequência da disposição física da cidade e do crescimento urbano.

Portanto é fundamental compreendermos a intrínseca ligação entre mobilidade urbana com o uso e ocupação do solo do meio urbano. Campos (2013, p.5) afirma que:

Se a intensidade dessas relações não for acompanhada de um planejamento prévio da estrutura regional e urbana (legislação de uso de solo) e dos sistemas de transportes, pode-se chegar a uma situação caótica, gerada pelo desequilíbrio entre a oferta e a demanda; resultando em constantes congestionamentos e dificuldades na circulação de pessoas ou de mercadorias.

Sendo assim cabe ao poder público prever o crescimento das demandas e fazer uso de ferramentas capazes de proporcionar um adequado sistema de transportes e um planejamento

urbano eficiente, evitando assim as situações desagradáveis, zelando pelo bem-estar dos seus usuários e meio ambiente, concretizando nas cidades o conceito de mobilidade urbana sustentável.

Por isso propõe-se aos gestores seguir algumas políticas públicas como a PNMU, que conforme a Lei nº 12.587, possui como alguns dos seus objetivos:

- Proporcionar a melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade;
- Promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades e;
- Consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana (BRASIL, 2012).

Segundo a Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana – SEMOB, no que se refere ao gerenciamento dos municípios brasileiros temos que:

A Política Nacional de Mobilidade Urbana é um dos eixos estruturadores da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, que deve ser entendida como um conjunto de princípios, diretrizes e normas que norteiam a ação do Poder Público e da sociedade em geral, na produção e na gestão das cidades.[..] A aprovação da Lei consiste, portanto, em um importante marco na gestão das políticas públicas nas cidades brasileiras. Desde então, os municípios possuem segurança jurídica para tomar medidas ou adotar instrumentos de priorização aos modos não motorizados e coletivos de transporte em detrimento ao individual (SEMOB, 2015, p.22).

Nesse cenário, percebe-se a relevância do governo municipal voltar seu foco a integração do planejamento urbano com a melhoria dos transportes públicos e dos não motorizados, podendo assim atender uma maior parte de usuários.

O Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – ITDP (2018) afirma que o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS, traduzido do termo original em inglês “*Transit Oriented Development*” - TOD) apresenta-se como estímulo a uma ocupação urbana condensada, com a mescla da utilização do solo, propiciando pequenos deslocamentos a pé e com proximidade a estações de transporte de alta capacidade.

Segundo a SEMOB (2015) a expressão DOT refere-se a medidas estatais para a reabilitação do meio urbano concentradas nos fundamentos da mobilidade urbana sustentável, sendo eles: projetos urbanísticos que privilegiem o pedestre e o ciclista; estimulação ao uso do transporte de massa; limitação dos espaços dedicados ao estacionamento e circulação dos automóveis; assim como redefinição dos indicadores de urbanismo com foco em cidades compactas, adensadas, bem conectadas e com uso misto do solo.

Baseado em um estudo global acerca de planejamento urbano e transportes sustentáveis, o ITDP chegou a oito diretrizes fundamentais para nortear o DOTS nas cidades:

1. Caminhar: Gerar ambientes que incentivem as pessoas a andar a pé, com vias para pedestres livres, iluminadas e confortáveis aumentando a mobilidade básica para todos;
2. Pedalar: Priorizar o uso da bicicleta com planos de ciclovias e ciclofaixas;
3. Conectar: Criar redes densas de vias e caminhos, facilitando o acesso a mercadorias, serviços e transporte público;
4. Promover o transporte público: Oferecer sistemas de transporte rápidos, frequentes, confiáveis, integrados e de alta capacidade, reduzindo a dependência dos veículos motorizados individuais;
5. Misturar: Estimular maior diversidade de atividades pelo uso misto do solo, reduzindo o número de viagens e garantindo o fluxo constante nos espaços públicos;
6. Adensar: Aumentar a densidade no entorno das estações de transporte público de alta capacidade;
7. Compactar: Reorganizar regiões para garantir que os residentes morem perto dos seus destinos e assim possam encurtar viagens e reduzam as emissões dos veículos;
8. Mudar: Promover mudanças para incentivar o uso de transporte público, da bicicleta ou a pé (ITDP, 2018).

Haja visto o conceito e princípios de como estabelecer um DOTS é notório suas implicações positivas ao espaço urbano, pois transforma a cidade em palco para o cenário de ruas mais vibrantes pela simples conveniência do livre ir e vir de pedestres e bicicletas, assim como contribuiu como uso do transporte público.

Porém para tornar isso possível deve-se adaptar os municípios à Lei n. 12.587/2012, sendo essencial por parte da gestão pública desvincular o modelo auto centrista e planejar o desenho urbano privilegiando as pessoas e suas necessidades básicas, levando assim mais qualidade de vida aos moradores e zelando pelo meio ambiente.

Para se garantir a mobilidade urbana sustentável é necessário evitar prender-se apenas ao conceito de sustentabilidade, que se resume basicamente as ações humanas destinadas a suprir as necessidades da atual geração, sem prejudicar a capacidade das futuras gerações de conseguirem atender as suas carências.

Deve-se levar em consideração mais aspectos, como medidas para redução da emissão de CO₂ valorizando os transportes em massa, reorganização das vias para atender a todos os meios

de transporte restringindo os transportes privados individualizados, como automóveis e motocicletas.

Cervero (2014) relata que o pensar de maneira sustentável é essencial para que se tenha um planejamento sustentável, para que assim possa existir as políticas sustentáveis, ocasionando as ações sustentáveis. Deste modo é importante incentivar uma cultura do “pensar sustentável” no setor de transportes urbanos

Portanto a mobilidade sustentável depende da priorização dos meios de transportes mais sustentáveis de locomoções, no qual estes meios deveriam ser classificados sob a forma de pirâmide invertida em conformidade aos seus níveis de benefícios e impacto ecológico. O primeiro lugar dessa pirâmide é ocupado por transportes não motorizados (bicicleta e a pé), seguida dos transportes em massa, e por último, dos meios comuns de locomoção individual motorizados (CERVERO, 2014).

Seguir essa linha de raciocínio leva a conscientização sobre como é indispensável um processo bem discriminado de restauração e manutenção dos projetos de planejamento urbanos que estejam em conformidade com a PNMU, com as novas medidas de DOTS e que prezem pela sustentabilidade em todas as suas categorias trazendo harmonia entre cidadãos e espaço urbano.

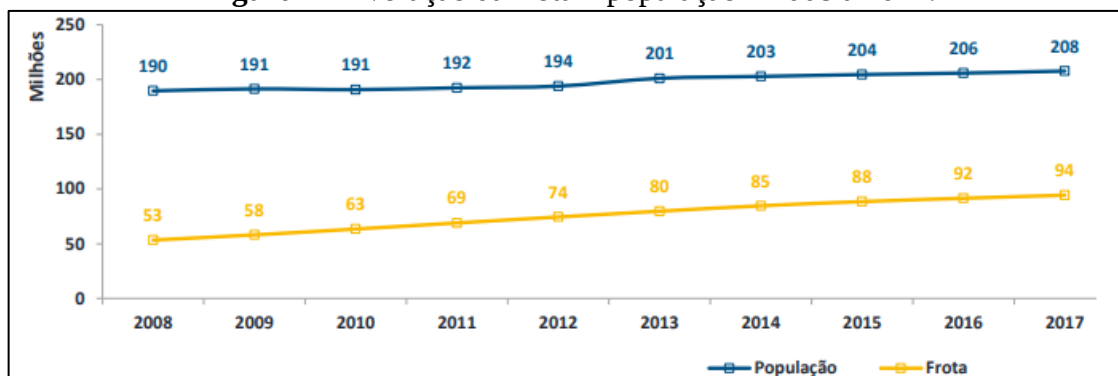
3.2 TRÂNSITO E SUAS CONSEQUÊNCIAS

O parágrafo primeiro, do artigo primeiro, da Lei nº 9.503, sancionada em 23 de setembro de 1997, instituindo o Código de Trânsito Brasileiro, considera trânsito como sendo o uso das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, guiado ou não, para fins de deslocamento, parada, estacionamento e procedimento de carga ou descarga (BRASIL, 1997).

Ainda conforme Brasil (1997, p.1), parágrafo segundo, “o trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, a estes cabendo, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito”.

Contudo, sabe-se que o crescimento populacional foi acompanhado pelo aumento da frota de automóveis, o que proporcionalmente trouxe números alarmantes de acidentes de trânsito, de congestionamento, de emissões de CO₂ e de ilhas de calor.

No Figura 1 a seguir mostra o crescimento da população e frota de veículos, segundo a Seguradora Líder.

Figura 1 - Evolução da frota x população – 2008 a 2017.

Fonte: Seguradora Líder (2018a)

Percebe-se que até o final do ano de 2017, o Brasil possuía 94 milhões de veículos automotores, um aumento de 77% no período de 10 anos, pois em 2008 a frota correspondia a 53 milhões de veículos, um incremento de 41 milhões de veículos trafegando nas vias públicas (SEGURADORA LÍDER, 2018, a). Portanto é notório a maior probabilidade da ocorrência de acidentes de trânsito devido ao aumento dos números de veículos.

De acordo com Waiselfisz (2013) pode-se definir acidente como um acontecimento casual e inesperado, não programado, sem intenções e que traz prejuízos e/ou ferimentos, podendo este ser considerado fatalidade se sua resultante for um dano grave nas pessoas ou seu óbito.

A Organização Mundial da Saúde – OMS (2007, apud ALMEIDA, et al., 2013) considera acidente de trânsito como toda ocorrência em via pública, envolvendo não somente colisões entre veículos, mas também colisões entre pedestres e ciclistas, choques com objetos fixos, capotagem, atropelamento e tombamento.

A NBR 10.697 define acidente de trânsito como todo evento não planejado resultando em dano ao veículo ou em sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, onde pelo menos uma das partes está em circulação nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Podendo ter origem, termino ou envolver veículo parcialmente na via pública (ABNT, 1989).

Segundo Lima et al. (2008) os acidentes de trânsito resultam de diversos fatores os quais pode-se citar: desenvolvimento urbano sem planejamento; circunstâncias inapropriadas da engenharia de tráfego, conduta inadequada por parte dos condutores de veículos e pedestres, estado inadequado do veículo e as condições climáticas desfavoráveis.

Conforme a OMS (2015) aproximadamente 1,25 milhão de pessoas morrem a cada ano vítimas de acidentes de trânsito, onde 90% das mortes no trânsito concentram-se em países de

baixa e média renda. Em razão disto que se medidas não forem aplicadas, os acidentes de trânsito se tornaram a 7ª principal causa de morte em 2030.

Em 2016 das 4,9 milhões de vidas encurtadas, mais de um quarto dessas mortes, mais precisamente 29%, foram devido a lesões causadas pelo trânsito. Os países de baixa renda possuem a maior taxa de mortalidade devido a acidentes de trânsito com 29,4 mortes por 100.000 habitantes, enquanto a taxa global foi de 18,8. As lesões causadas pelo trânsito também figuram entre as 10 principais causas de morte nos países de renda baixa, média-baixa e média-alta (OMS, 2018).

Extremamente preocupante também são as mortes ocasionadas por acidentes de transporte. Nos anos 2000, com o aumento da renda do brasileiro e o aprimoramento do mercado de crédito, sobretudo para aquisição de veículos automotores, muitos indivíduos tiveram acesso a automóveis e motocicletas. Provavelmente, tal fenômeno colaborou para que a taxa de óbitos em acidentes de trânsito envolvendo jovens aumentasse 44,6% na última década. Nesse caso a vítima típica é de jovens, brancos e com maior nível de escolaridade. (CERQUEIRA E MOURA, 2013, p. 191).

A Tabela 1 a seguir mostra o número de óbitos por acidentes de trânsito na população total das regiões do Brasil de 2001 a 2011.

Tabela 1 - Número de óbitos por acidentes de trânsito na população total das regiões do Brasil de 2001 a 2011.

REGIÃO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ%
Norte	847	1011	979	895	1022	1029	968	914	937	1148	1192	40,7
Nordeste	2387	2567	2410	2477	2861	2834	2827	2557	2558	3435	3251	36,2
Sudeste	3579	2707	3280	3317	3319	3513	3191	3267	3075	3233	3019	-15,6
Sul	853	933	924	966	951	890	876	900	809	742	708	-17,0
Centro-Oeste	1328	1564	1602	1525	1579	1464	1574	1632	1573	1747	1647	24,0
BRASIL	8994	8782	9195	9180	9732	9730	9436	9270	8952	10305	9817	

Fonte: Adaptado pela autora (Waiselfisz, 2013)

A partir da Tabela 1 percebe-se que o Nordeste tem a segunda maior taxa de crescimento do número de óbitos ocasionando por acidentes de trânsito, equivalente a 36,2%, perdendo apenas para o Norte com crescimento de 40,7%.

Os dados expostos adiante foram apresentados pela Seguradora Líder (2018a), administradora do Seguro DPVAT, segundo a mesma já foram gastos mais de 4 milhões de

ressarcimentos por reembolso de despesas médicas, invalidez permanente, e por morte, no período compreendido entre o ano de 2008 a 2017, em todo o território brasileiro.

Houve também uma expressiva variação de 41% entre 2008 e 2017, no que se refere ao número de indenizações pagas pelo Seguro DPVAT, foram de 272 mil a 383 mil em cada ano, respectivamente. O que revela uma lastimável, porém verídica, observação, pois condiz com a atual situação do país, que se encontra como o 5º maior índice de acidentes de trânsito no mundo de acordo com a OMS.

A Tabela 2, a seguir, mostra o somatório de indenizações, por ano, também especifica o quanto foi gasto em cada região do país.

Tabela 2 - Indenizações pagas por região.

REGIÃO	JAN A DEZ 2017	%	JAN A DEZ 2008	%	JAN A DEZ 2017 x JAN A DEZ 2018
Nordeste	122.468	32%	47.509	17%	158%
Sudeste	111.401	29%	83.678	31%	33%
Sul	74.025	19%	106.978	39%	-31%
Centro-Oeste	40.612	11%	17.254	6%	135%
Norte	35.487	9%	16.584	6%	114%
Total	383.993	100%	272.003	100%	41%

Fonte: Adaptado pela autora (Seguradora Líder, 2018a)

A Tabela 2 confirma tudo o qual já foi explanado anteriormente e mostra que o Nordeste apresentou um crescimento de 158% número de reembolsos para todos os tipos de veículo. Somente em 2017, foram 122.468 indenizações contra 47.509 em 2008, mesmo não sendo a região que com a maior frota de veículos.

No primeiro trimestre de 2018, as regiões Sudeste e Nordeste concentraram a maior incidência dos acidentes com vítimas fatais (34% e 32%, respectivamente), sendo que na primeira região a maior participação é dos automóveis (42%) e na segunda predominaram os acidentes fatais com motocicletas. A frota da região Sudeste representa 49% da frota nacional, enquanto o Nordeste concentra apenas 17% do total de veículos do País (SEGURADORA LÍDER, 2018b).

No período de janeiro a março de 2018, já houve o pagamento de 87.508 ressarcimentos pelo Seguro DPVAT. A faixa etária mais atingida o período, ainda corresponde a de 18 a 34

anos, representando 48% do total das indenizações pagas, cerca de 42 mil reembolsos (SEGURADORA LÍDER, 2018b).

Desta forma, temos que esse tipo de violência traz riscos, como a diminuição na expectativa de vida, a perda de mão de obra jovem, criando a possibilidade do Brasil se tornar um país em que a maior parte da população possui uma faixa etária mais elevada, ou seja, o Brasil se tornaria uma população mais idosa, entre outros aspectos.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2016) enfoca na adoção de melhorias para enfrentar tão difícil situação, para isso recomenda estratégias com três tipos de abordagens, envolvendo:

1. A educação, na instrução dos usuários quanto às maneiras corretas e seguras de utilização das vias públicas;
2. A engenharia, no sentido de, por um lado, projetando e gerindo o sistema viário de elementos que possibilite a movimentação de veículos e pessoas com fluidez, conforto e segurança, e, por outro, aprimorando a segurança e desempenho dos veículos automotores; e,
3. A aplicação das leis, principalmente no tocante ao código de trânsito brasileiro.

Portanto cabe a gestão pública intervir com novas estratégias para a melhoria da segurança, adotando medidas educacionais, de engenharia e de políticas públicas. Para que assim possa combater os números alarmantes dos acidentes que ceifam a cada dia mais vidas.

3.3 GEOPROCESSAMENTO E SUAS FUNCIONALIDADES

O geoprocessamento é uma área interdisciplinar que envolve várias técnicas de processamento e manipulação de dados geográfico, através de programas computacionais. As técnicas utilizadas são sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, o uso de Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema de Informações Geográficas— SIG (SCHEIDEGGER; CARNEIRO; ARAUJO, 2013).

O emprego de ferramentas computacionais para tratamento e análise de dados geográficos é denominado por geoprocessamento. A união dessas ferramentas com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) proporciona o estudo e o cruzamento de dados de diversas origens, simplificando a obtenção de informações georeferenciadas (EMBRAPA, 2014).

Segundo Mundim (2002) as ferramentas que constituem o geoprocessamento são o banco de dados cartográficos e alfanuméricos, modelos de análise, equipamentos de informática ou *hardware* (computador, *scanners*, e etc.), os *softwares* e seus aplicativos, entre outros.

Moura (2014) compreende geoprocessamento como sendo a associação do tratamento digital de imagens, automação de projetos, qualificação, organização e desenhos de mapas e dos sistemas de informações geográficas. Sendo ainda definido ainda como um conjunto complexo de técnicas computacionais para coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados espaciais.

Portanto, caracteriza-se o geoprocessamento como um novo meio de análise espacial, sendo este conjunto de técnicas e tecnologias utilizadas para coletar, armazenar, processar, avaliar e disponibilizar informações com referências geográficas.

Entretanto, como acredita Mundim (2002), para que se possa utilizar o geoprocessamento como instrumento da análise espacial, não se deve separar o pensamento geográfico e da ciência da computação, através do processamento de dados, pois são eles que são o sentido científico do geoprocessamento.

Portanto, compete ao conhecimento geográfico localizar elementos e características com exatidão, empregando cálculos matemáticos e a geometria. Já o processamento de dados proporciona a consulta e a construção de correlações de variáveis, por meio dos dados arquivados em seus sistemas, permitindo conciliá-los de diversas formas, concebendo assim vários registros de perspectivas e análises obtidas (MUNDIM, 2002).

Segundo Davis e Câmara (2001) o geoprocessamento vem induzindo as áreas de cartografia, de análise de recursos naturais, de planejamento urbano e regional, de transportes, comunicações e energia.

O Geoprocessamento mostra-se como essencial para subsidiar o planejamento municipal e desenvolvimento dos planos diretores, bem como diversos outros, de diferentes setores, conforme exigidos pelas recentes leis que focam o planejamento das cidades. Essa técnica pode contribuir para a geração de diagnósticos ambientais, tornando-se capaz de, quando amparada corretamente, ser utilizada a favor do desenvolvimento municipal e da população (POLIDORO; BARROS, 2010, p97).

A sistematização de dados pode ser feita através das técnicas de geoprocessamento, devido a capacidade de trabalhar com amplo volume de dados espaciais propiciando reuni-los num único banco de dados, facilitando a visualização de informações pontuais em imagens de satélite e gerando mapas. A criação desses mapas torna de fácil compreensão por partes

planejadores municipais, pois os dados são muitas vezes extensos e por demasiado técnicos e complexos (POLIDORO; BARROS, 2010).

Sendo assim, o geoprocessamento como ferramenta para as tomadas de decisões torna-se essencial, pois concede a pontualidade na interpretação e no lançamento de informações, contribuindo para a gestão urbana eficiente.

3.4 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG

Segundo Davis e Fonseca (2001, p 12) “SIGs são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente a informação e indispensável para analisá-la”.

O SIG refere-se a sistemas que tratam computacional dados geográficos, ou seja, o SIG armazena a geometria e os atributos das informações que estão georreferenciadas, em outras palavras, ele irá localizar na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer os dados que estão sendo estudados. Entretanto, para cada dado geográfico um SIG necessita armazenar seus atributos e as várias formas de representações gráficas associadas (ASSAD E SANO, 1998).

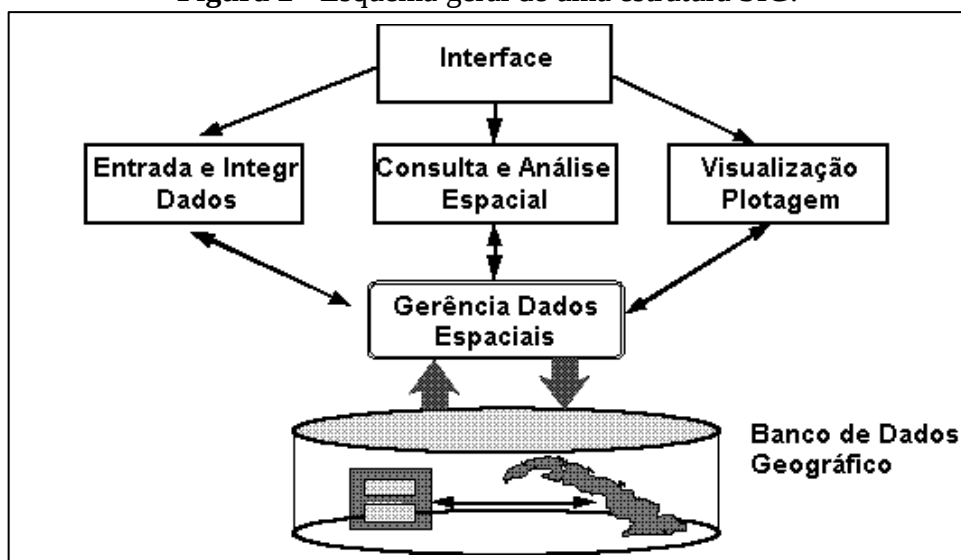
Assim instrumentos computacionais do geoprocessamento, chamados de SIGs, permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Os SIGs tornam possível ainda a automatização da produção de documentos cartográficos (DAVIS e CÂMARA, 2001).

Logo admite-se o SIG como uma geotecnologia composta por *softwares* e *hardwares* aptos a armazenar, analisar e processar dados georreferenciados. A análise dos dados contidos num SIG possibilita a criação de mapas, gráficos, tabelas e relatórios que representam, digitalmente, o mundo real. E à concepção geográfica desse sistema é possível porque há um banco de dados contendo as informações agregadas as suas coordenadas em duas ou em três dimensões no espaço, se referindo a uma determinada localização no globo terrestre (EMBRABA, 2014).

Com uma perspectiva bem abrangente pode-se considerar a estrutura de um SIG como a união dos seguintes componentes: interface com o usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento gráfico e de imagens; visualização e plotagem; bancos de dados geográficos. (ASSAD E SANO, 1998).

A Figura 2, a seguir, mostra como pode ser compreendida a estrutura e componentes de um SIG.

Figura 2 - Esquema geral de uma estrutura SIG.



Fonte: Assad e Sano (1998).

Portanto, a pelos menos três grandes modos de utilização de um SIG: como instrumento para produção de mapas; suporte para análise espacial de fenômenos; ou um banco de dados geográficos, com a finalidade de armazenar e recuperar informação espacial (DAVIS e CÂMARA, 2001).

Para Moura (1996), os SIGs são indispensáveis no planejamento, pois, contribuem na sistematização de dados, no tocante que ao pesquisar formas de trabalhar com as relações espaciais ou lógicas, ocorre a evolução do descritivo para o prognóstico. Ao contrário de, simplesmente descrever elementos ou fatos, pode traçar cenários, demonstrar fenômenos, baseado em aspectos observados ou julgamentos de condições estabelecidas.

Portanto a espacialização de fenômenos e dados georreferenciados, permite a gestão do território, e é de grande valia na construção de políticas públicas, pois possibilitam identificar no campo visual a resposta a perguntas como, onde e por que ocorrem tais fenômenos, e onde se pode atuar para saná-los ou ainda prioriza os locais que sofrerão interferências (POLIDORO; BARROS, 2010).

Os autores Maeda, Sales e Simonato (2018), apresentam exemplos de funcionalidades do SIG em conformidade com seus atributos e particularidades, podendo auxiliar o gerenciamento da logística, administração de diversas tarefas relacionadas a transportes, sendo útil no monitoramento de ferrovias e rodovias. Ainda pode auxiliar a encontrar caminhos, e determinar percursos mais curtos, diminuindo o tempo gasto na entrega de produtos e a prestação de

serviços. Além de permitir a visualização do volume de tráfego em ruas e rodovias, analisando as relações entre volume e as dimensões das vias que o suportam.

Temos que o SIG aplicado na gestão de uma prefeitura pode melhorar os serviços oferecidos, auxiliando nas decisões tomadas e no planejamento. Como no cadastro de ruas e avenidas, cadastro imobiliário, o controle do atendimento nos hospitais e unidades básicas de saúde, o controle de matrículas escolares, bem como a evasão escolar, na gestão de limpeza urbana (neste sentido o SIG auxiliaria no cadastro de rotas de coleta de lixo) (MAEDA; SALES; SIMONATO, 2018).

Portanto todos esses fatores demonstram como um SIG pode contribuir na gestão pública, pois um conjunto de gestores e colaboradores, com um mesmo objetivo, podem usar grandes bases de dados e transformá-las em informações fáceis de serem analisadas, como por exemplo em mapas. Mapas que representam uma imensa variedade de dados espaciais, mas que serão examinados, individualmente, ou associados com outros mapas. Assim essas informações poderão gerar noções estratégicas para combate, por exemplo, a acidentes de trânsito.

3.5 TIPO DE PESQUISA

Define-se pesquisa como um processo racional e ordenado que proporciona a obtenção de respostas aos problemas que são apresentados, sendo ela requerida quando não há informações suficientes ou estão desordenadas impossibilitando responder o problema. Para sua elaboração é necessário a união dos conhecimentos disponíveis e da aplicação detalhada de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. O processo de desenvolvimento de uma pesquisa possui várias etapas, desde a correta formulação do problema até a conclusão com resultados satisfatórios (GIL, 2002).

A presente pesquisa quanto a forma de abordagem do problema se identifica como estudo de caso, pois é fruto das experiências e dos estudos realizados no projeto *Plataforma em SIG para gerenciamento das acidentalidades de trânsito em Mossoró*.

Segundo Gil (2002) o estudo de caso consiste numa pesquisa profunda e exaustiva de um ou alguns poucos objetos, de maneira que possibilite seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível comparado a outros delineamentos já considerados.

A crescente utilização do estudo de caso no âmbito dessas ciências, com diferentes propósitos, tais como: a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; b) preservar o caráter unitário do objeto estudado; c) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; d) formular hipóteses ou desenvolver teorias; e e)

explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (GIL, 2002).

Pode-se atribuir a pesquisa, quanto aos objetivos gerais, a classificação de pesquisa exploratória, pois buscar refinar as ideias e a exploração da intuição, e descritiva, visto que procura explicar as variáveis estudadas.

Ainda conforme Gil (2002) a pesquisa exploratória tem como objetivo propiciar uma maior proximidade com o problema, a fim de torná-lo mais compreensível ou possibilitando a construção de hipóteses. Sendo esta pesquisa bastante flexível, permitindo a de vários aspectos relativos ao problema. Geralmente envolve o levantamento bibliográfico, depoimentos de pessoas que possuem experiências práticas com o problema abordado, e a análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Já a pesquisa descritiva tem a finalidade primordial de descrever as características de uma população específica ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis estudadas. Uma das características desse tipo de pesquisa é a utilização de técnicas que seguem um certo padrão de coleta de dados (GIL, 2002).

Portanto, a presente pesquisa visa explorar e descrever os fenômenos aqui investigados, tendo como objeto de estudo os acidentes de trânsito na cidade de Mossoró-RN, um estudo de caso baseado no projeto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em parceria com a Prefeitura de Municipal de Mossoró.

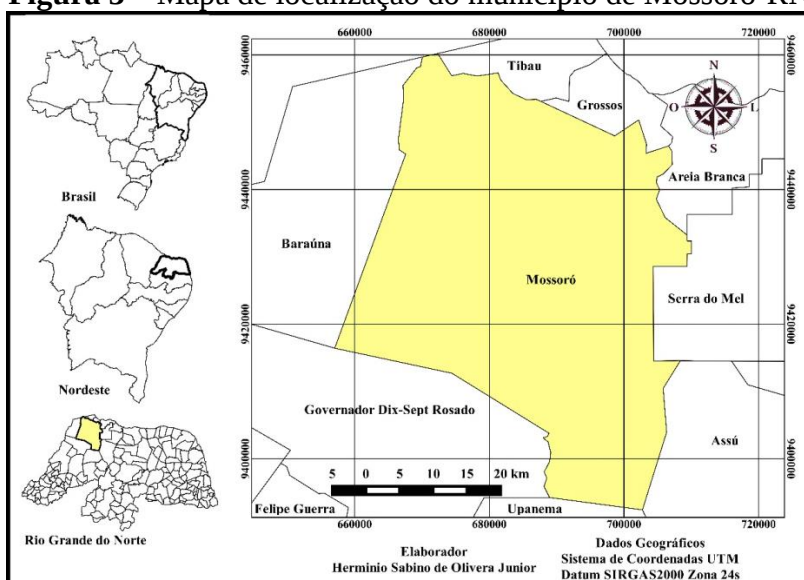
4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização

A cidade de Mossoró está localizada no Estado do Rio Grande do Norte, na região nordeste do Brasil, como mostra a Figura 3. Pertence à mesorregião do Oeste Potiguar e está situada entre duas capitais brasileiras, Natal (RN) e Fortaleza (CE) distante a 278 e 245 km, respectivamente. Sendo seu acesso possível através das rodovias federais 110, 304 e 405, além das inúmeras rodovias estaduais (MOSSORÓ, 2018).

Figura 3 – Mapa de localização do município de Mossoró-RN.



Fonte: IBGE, 2010. Elaborador: Hermínio Sabino de Oliveira Júnior (OLIVEIRA JÚNIOR, 2016)

A Figura 3 mostra que Mossoró está cercado pelo Estado do Ceará, os Municípios de Grossos, Tibau, Areia Branca, Serra do Mel, Assú, Upanema, Governador Dix-Sept Rosado e Baraúna. E ocupa uma área territorial de cerca de 2.099,33 quilômetros quadrados (km²) lhe atribuindo o título de maior município do estado do Rio Grande do Norte, em termos de extensão territorial (IBGE, 2010).

4.1.2 População

Segundo o IBGE (2018) a população urbana no senso de 2010 era de 259.815 habitantes, já a estimada para o ano de 2018 é de 294.076 pessoas, podendo ser facilmente considerada uma população flutuante de mais de 300 mil habitantes residentes ou passantes.

Seja pela presença do polo universitário, pelo trabalho, pois o município tem grandes empresas instaladas aos arredores da cidade, pelas compras, nas lojas no centro, nos mercados Municipal e do Bode, ou turismo, com atrações desde a Estação das Artes, o Memorial da Resistência, a Feira do Bode, o espetáculo “Chuva de bala no país de Mossoró”, até umas das maiores festas populares do Nordeste, com duração de um mês de eventos, o Mossoró Cidade Junina (MOSSORÓ, 2018).

4.1.3 Caracterização Socioeconômica

Conforme IBGE (2018) o Produto Interno Bruto (PIB) per capita do município era de 20.983,80 reais no ano de 2015, com percentual de receitas oriundas de fontes externas de 73,60%. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi de 0.720 no ano de 2010. No ano de 2017 o total de receitas realizadas ultrapassou de 500 milhões de reais.

Sendo a economia caracterizada pela presença agroindústrias (conjunto de atividades relacionadas à transformação de matérias-primas provenientes da agricultura, pecuária, aquicultura ou silvicultura), indústrias salineiras, sendo o município o maior produtor de sal do país. Destaca-se a fruticultura irrigada como uma das maiores atividades da economia do município, sobressaindo a produção de melão. Além disso, a cidade possui indústrias petrolíferas, de temperos e castanhas, entre outras (MOSSORÓ, 2018).

4.2 ETAPAS DE PESQUISA

Inicialmente foi identificado um problema que diz respeito a saúde, segurança e bem-estar do cidadão, a gestão de transporte da cidade de Mossoró-RN. Através da bibliografia acessível e dados estatísticos que apresentavam informações indispensáveis ao entendimento sobre o problema abordado, foram realizados os devidos estudos e análises.

Posteriormente, buscou-se juntos aos órgãos responsáveis as informações sobre os acidentes de trânsito. Em seguida as informações foram inseridas num sistema de plataforma web para unir e sistematizar, para que através de um sistema de gerenciamento de bancos de dados possa ser gerado um banco de dados consistente.

Finalmente as informações contidas no banco de dados serão convertidas para o formato *shp* aceito, pelo software gratuito, QGIS para melhor análise e trabalhabilidade dos dados, podendo assim georreferenciar as informações requeridas e tratá-las com o devido fim.

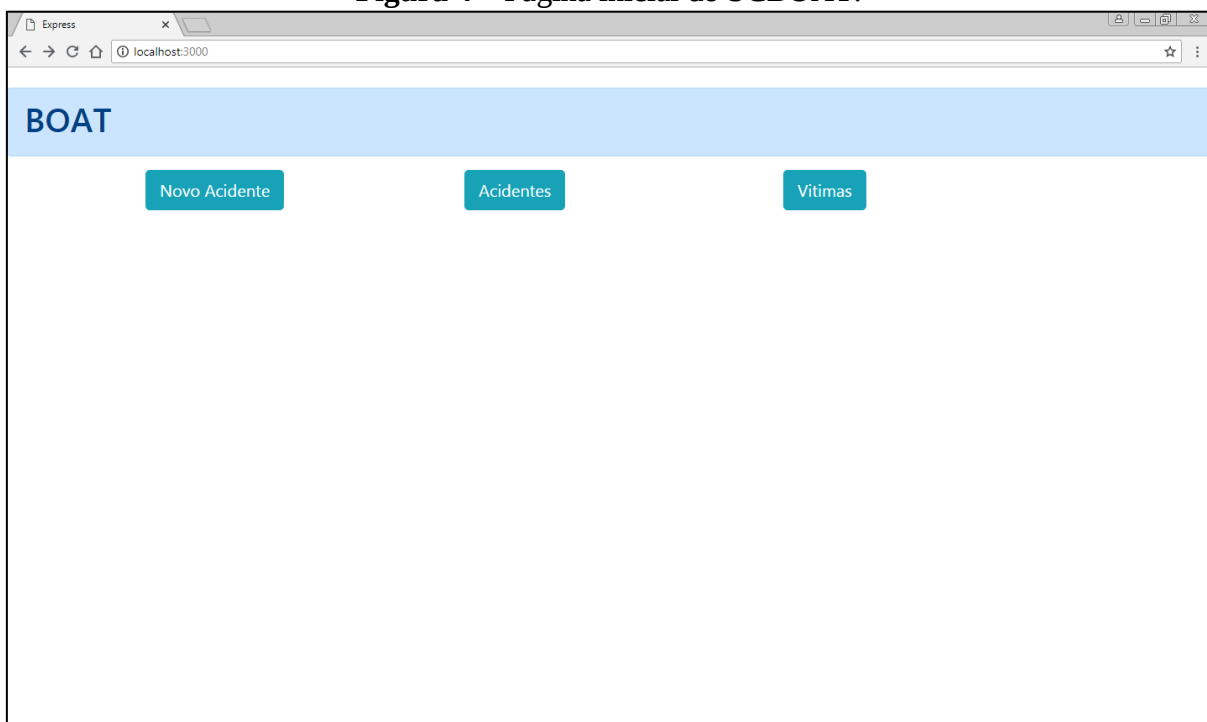
4.3 MATERIAS

Nessa seção serão abordados os materiais os que foram utilizados para a implantação de sistema de gestão a partir das ferramentas de geotecnologia.

4.3.1 Sistema de Cadastro de Boletins de Ocorrência de Acidente de Trânsito- SCBOAT

O SCBOAT foi implantado para funcionamento em plataforma web, com acesso feito por um servidor local (*localhost*) instalado na máquina (computador). O SCBOAT utiliza a plataforma livre e de código aberto Node.js, como também foram utilizadas as ferramentas HTML (*Hipertext Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheets*), e a API (*Application Programming Interface*) do *Google Maps*.

A ferramenta HTML possibilita a inserção de dados de qualquer lugar via internet, o CSS é utilizado para organizar, sistematizar e personalizar a interface mostrada nas páginas do sistema, já a API do *Google Maps* serve para carregar uma versão alternativa, mais básica do *Google Maps*, para que assim possa ser possível obter em curto espaço de tempo as coordenadas geográficas do local da ocorrência, e salvá-las diretamente no banco de dados. A Figura 4 mostra a página principal do SCBOAT hospedado no localhost porta 3000.

Figura 4 – Página inicial do SCBOAT.

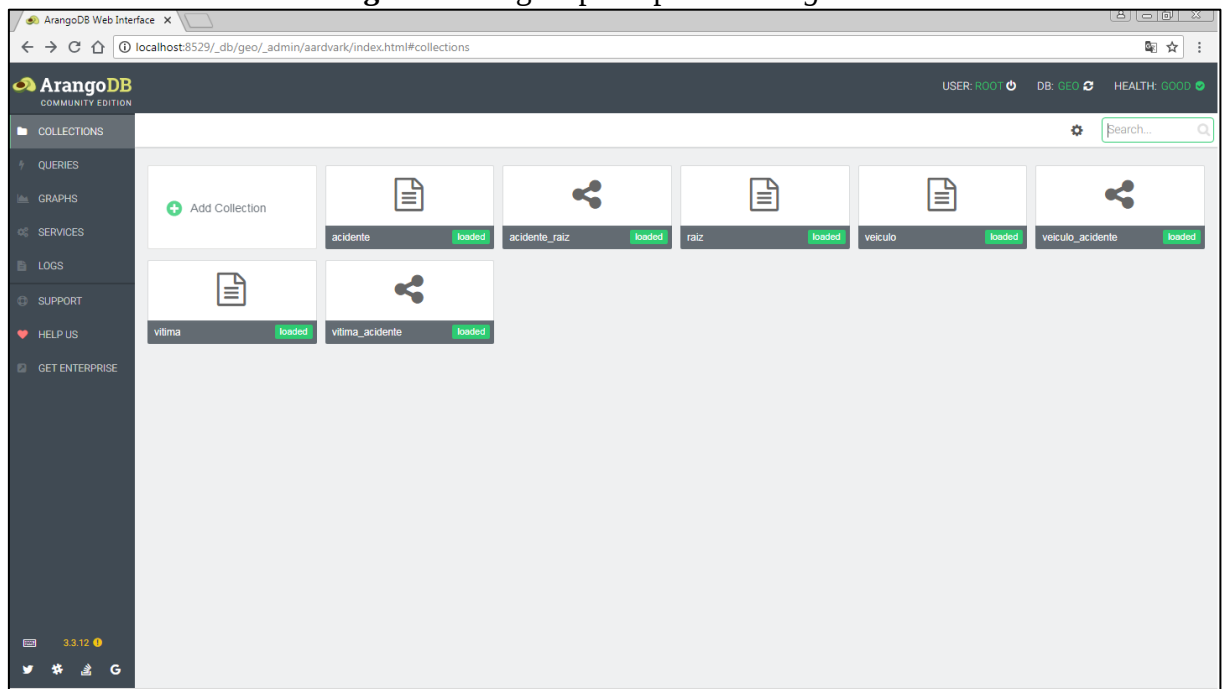
Fonte: Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

A Figura 4 apresenta a interface inicial do sistema, onde pode ser cadastrada uma nova ocorrência clicando em “*Novo Acidente*”, e acessando os botões “*Acidentes*” e “*Vítimas*” pode-se verificar, respectivamente, as informações inerentes aos acidentes e as vítimas. Pode ser visualizado as outras páginas do sistema nos Apêndice A ao Apêndice D. A persistência dos dados foi realizada na versão *community* do Banco de Dados *ArangoDB*.

O *ArangoDB* é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) NoSQL (*Not Only SQL*), que funciona em três modos, sendo eles o modo chave-valor, o modo orientado à documentos, e o orientado à grafos. No sistema desenvolvido, foi adotado o modo orientado à grafos, onde as informações têm ligações entre si, sendo assim, a fácil adaptação do banco para novos dados, sendo necessário apenas realizar novas conexões com os dados à serem inseridos, para que desse modo, os novos dados fiquem vinculados aos dados anteriores sem deixá-los inconsistentes.

Os dados no *ArangoDB* são exportados no formato JSON (*JavaScript Object Notation*), que é um padrão aberto, e independente de linguagem, que utiliza formato de dados atributo-valor. O formato ainda conta com a vantagem de ser facilmente adaptado para o formato GEOJSON (padrão baseado no JSON para notações geográficas), e que é utilizado para importação de informações na plataforma SIG utilizada. A Figura 5 expõe a interface do *ArangoDB*.

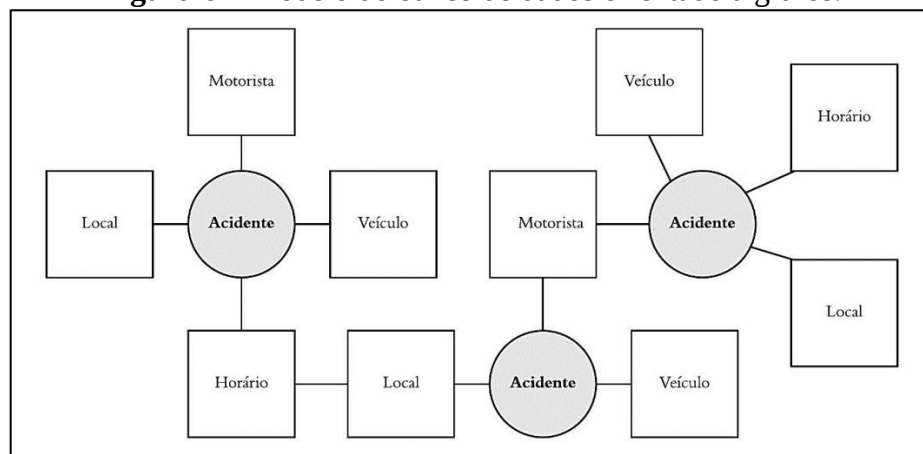
Figura 5 – Página principal do ArangoDB.



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

A Figura 5 mostra também as coleções e as ligações entre as coleções que são necessárias para estabelecimentos das relações dos dados obtidos com os novos dados. Já a Figura 6 a seguir mostra como seria o modelo do banco orientado a grafos, para melhorar a compreensão desse tipo de banco de dados.

Figura 6 – Modelo do banco de dados orientado a grafos.



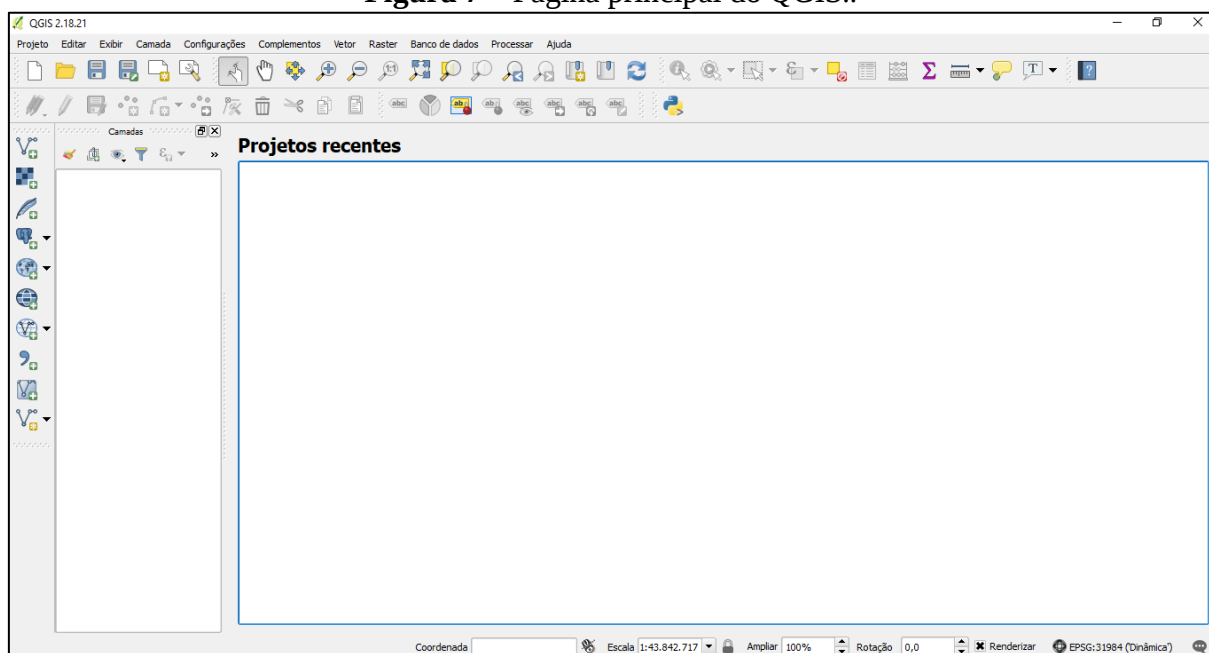
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

A Figura 6 exemplifica a relação entre informações no banco de dados, onde os dados estão conectados entre si, para que não ocorra repetição de dados, e assim evitando sua inconsistência e um valor muito elevado de dados caso fosse tratado em outro tipo de banco de dados.

4.3.2 Software QGIS

Escolheu-se o QGIS por ser um *software* livre e aberto, estando este disponível para *downloads* gratuitos, reduzindo assim os custos com o estudo. Em razão, também, da facilidade de manuseio, da acessibilidade e da robustez, permitindo a realização de todos os processos de geoprocessamento (QGIS, 2016). A Figura 7 mostra a interface bem amigável do software SIGn na sua versão 2.18.

Figura 7 – Página principal do QGIS..



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

Será nesse programa, mostrado na Figura 7, onde serão trabalhadas as informações sobre acidentes quando estas já estiverem em formato aceitado pelo QGIS.

Os dados sobre os acidentes em Mossoró-RN, disponibilizados pela SEMOB e pelo Segundo Distrito de Polícia Rodoviária Estadual – 2º DPRE devem ser convertidos ao formato *shapefile* para serem manipulados no QGIS permitindo a realização dos estudos que levem a tomadas de decisões.

Os mapas poderão ser desenvolvidos após a união desses dados com a base georreferenciada de Mossoró, sendo logo depois transformados em *shapefile* com projeção *Universal Transverse Mercator –UTM* e *datum* SIRGAS2000, que é o *datum* oficial do Brasil (IBGE, 2016).

4.4 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Neste item iremos elencar as ações que precisam ser tomadas para a obtenção dos resultados que comprovam como é possível utilizar o software SIG para o planejamento e gestão do trânsito, pegando como exemplo o município de Mossoró-RN.

4.4.1 Obtenção de dados

Os dados sobre acidentes de trânsito são consolidados e produzidos a partir de agentes públicos de trânsito, sendo eles em três esferas, municipal, estadual, federal, portanto são os primeiros órgãos que devem ser procurados para a coleta de dados. Em seguida deve-se procurar os agentes de saúde, como Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU, hospitais e Unidades Básicas de Saúde – UBS. Outros órgãos geradores de dados sobre os acidentes são as seguradoras particulares e a Seguradora Líder (responsável pelo DPVAT), o Instituto Nacional do Seguro Social – INSS e o Instituto Técnico-Científico de Perícia – ITEP.

No estudo em questão foram obtidas as informações ainda no formato de Boletins de Ocorrência de Acidentes de Trânsitos (BOATs), junto a SEMOB, responsável pela gestão do trânsito do município, e pelo 2º DPRE.

Os dados coletados na SEMOB e na 2º DPRE apresentam diferenças quanto a riqueza e detalhamento de informações, portanto para isso foi elaborado um sistema para a coleta dos dados, digitalizando as informações que antes estavam em BOATs físicos (em papel). Vale ressaltar que a SEMOB registra as ocorrências de trânsito sem vítimas, apenas danos, enquanto a DPRE registra os acidentes com vítimas, fatais ou não.

Os boletins da SEMOB continham informações como:

- Número de identificação do boletim de ocorrência no qual o acidente é descrito;
- Período (horário, dia, mês, ano etc.);
- Tipo de acidente (colisão frontal, lateral, choque, tombamento, capotamento etc.);

- Local (trecho, interseções, ruas, etc.);
- Condições da via (luminosidade, condições do tempo, condições da pista, sinalização, e etc.);
- Tipo de veículos envolvidos (carro, cargas, motocicleta, ônibus etc.);
- Marca, modelo, e placa completa dos veículos;
- Nome, sexo, data de nascimento, endereço, CPF, RG, número da habilitação entre outras informações, tanto do condutor quanto do proprietário do veículo;
- Relatório de avarias para classificação dos danos nos veículos;
- Croqui (esboço do momento do acidente), e;
- Além das narrativas dos condutores, de testemunhas e dos agentes de trânsito.

Já os boletins da DPRE informam:

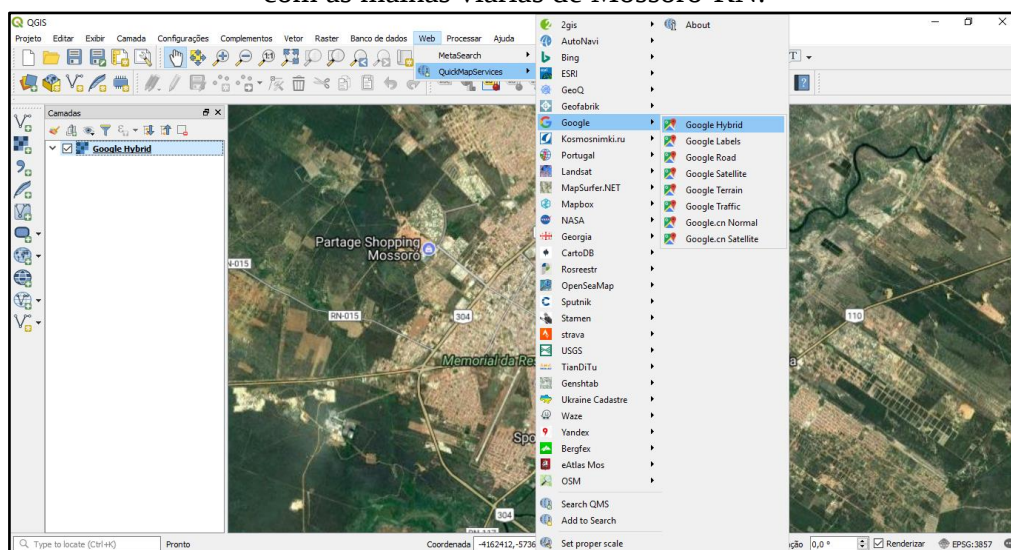
- Local, data e hora;
- Natureza do acidente (colisão frontal, lateral, choque, tombamento, capotamento etc.);
- Tipo de veículo envolvido no acidente (carro, cargas, motocicleta, ônibus etc.) e;
- Dados dos condutores e das possíveis vítimas (data de nascimento, habilitação, endereço, e etc.);
- Condições da via (luminosidade, condições do tempo, condições da pista, sinalização, e etc.);
- Avarias visualizadas nos veículos pelos agentes;
- Croqui (esboço do momento do acidente), e;
- Além das narrativas dos condutores, de testemunhas e dos agentes de trânsito.

Partindo do pressuposto que os boletins são devidamente preenchidos com todas as informações, foi desenvolvido o sistema SCBOAT que atende à demanda dos dois tipos de boletins e reduzindo assim bastante o tempo despendido caso fossem preenchidos, por exemplo, uma planilha eletrônica (Microsoft Excel©). Portanto é necessária apenas a correta inserção de todas as informações contidas nos BOATS no SCBOAT.

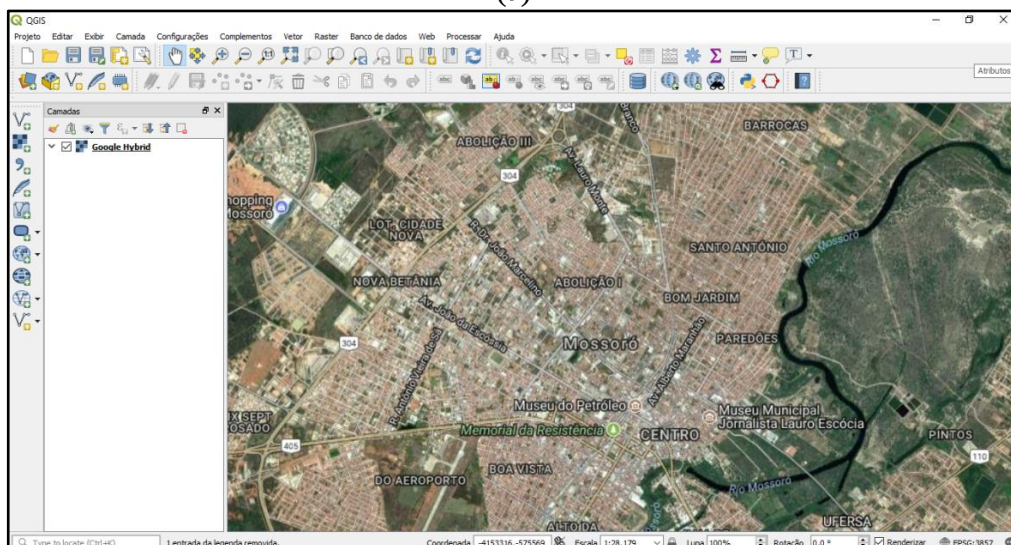
4.4.2 Criação da Base Georreferenciada

Paralelamente a coleta de dados, foi necessário a obtenção de uma base georreferenciada, ou seja, um mapa georreferenciado do município estudado. Esse processo quando realizado no QGIS, busca os dados das malhas viárias junto a provedores de informações remotas que estão disponíveis no programa. Primeiro, através do Menu em “Web”, “plug in” “QuickMapService”, em seguida “Google”, finalizando em “Google Hybrid”. A Figura 8 detalha essa sequência no QGIS e mostra como será fornecido os dados das malhas viárias de várias localidades do mundo, mas em específico de Mossoró-RN.

Figura 8 – Base de dados georreferenciada 1(a) Sequência de passos (b) Resultado da base com as malhas viárias de Mossoró-RN.



(a)

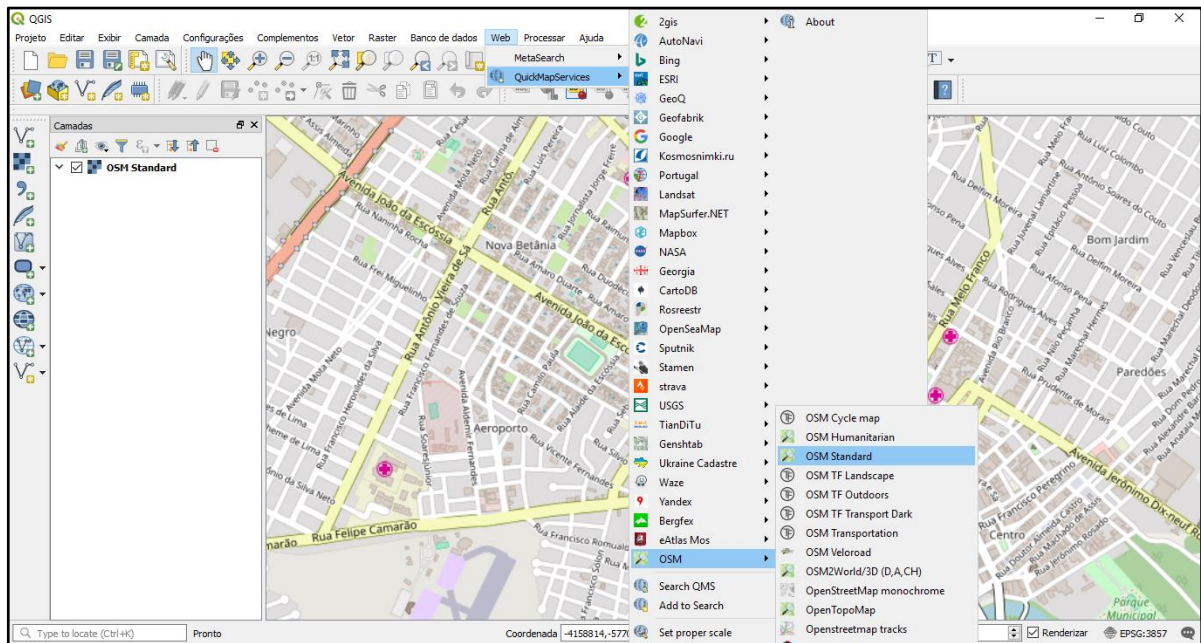


(b)

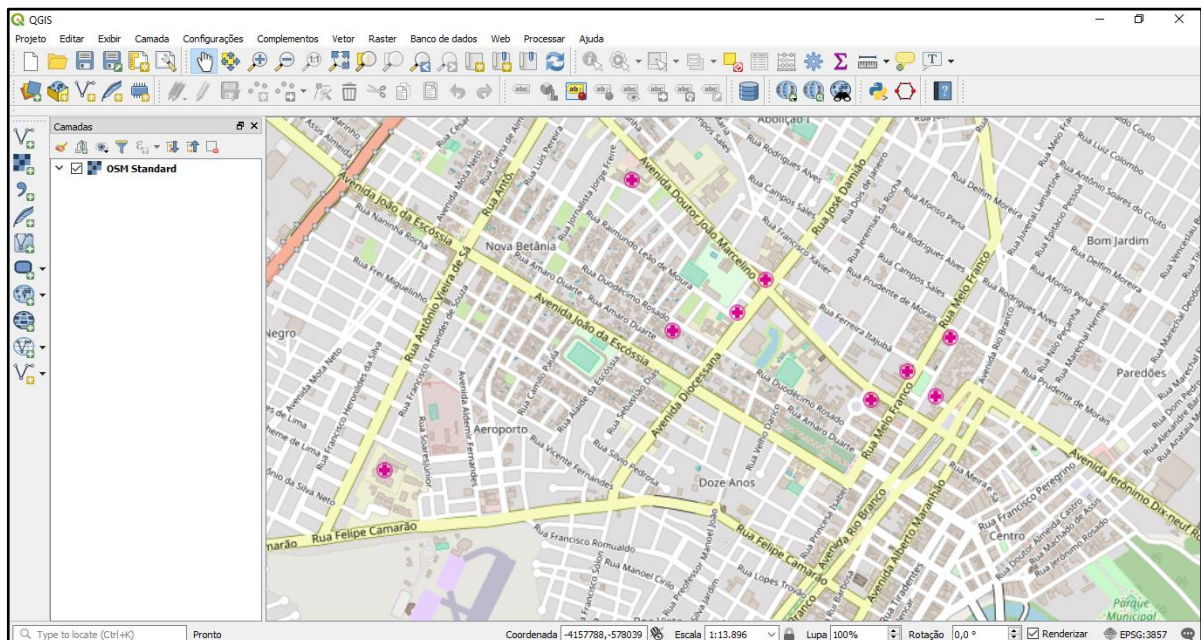
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

Outra maneira de obter as malhas viárias é por meio do “Web”, “plug in” “QuickMapService”, posteriormente o “Open Street Maps”, como demonstra a Figura 9 a seguir.

Figura 9 – Base de dados georreferenciada 2 (a) Sequência de passos (b) Resultado da base com as malhas viárias de Mossoró-RN.



(a)



(b)

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

Nos dois casos com o complemento aberto deve-se realizar o recorte englobando o centro urbano. Após o procedimento de captura das malhas viárias, é necessária a conversão dos dados

do formato de “*osm*”, para o formato “*shapefile*” ou “*shp*”, de banco de dados espacial, bem como a reprojeção dos dados para o “datum” “*WGS 84*”, projeção *WGS 84UTM* zona 24 sul.

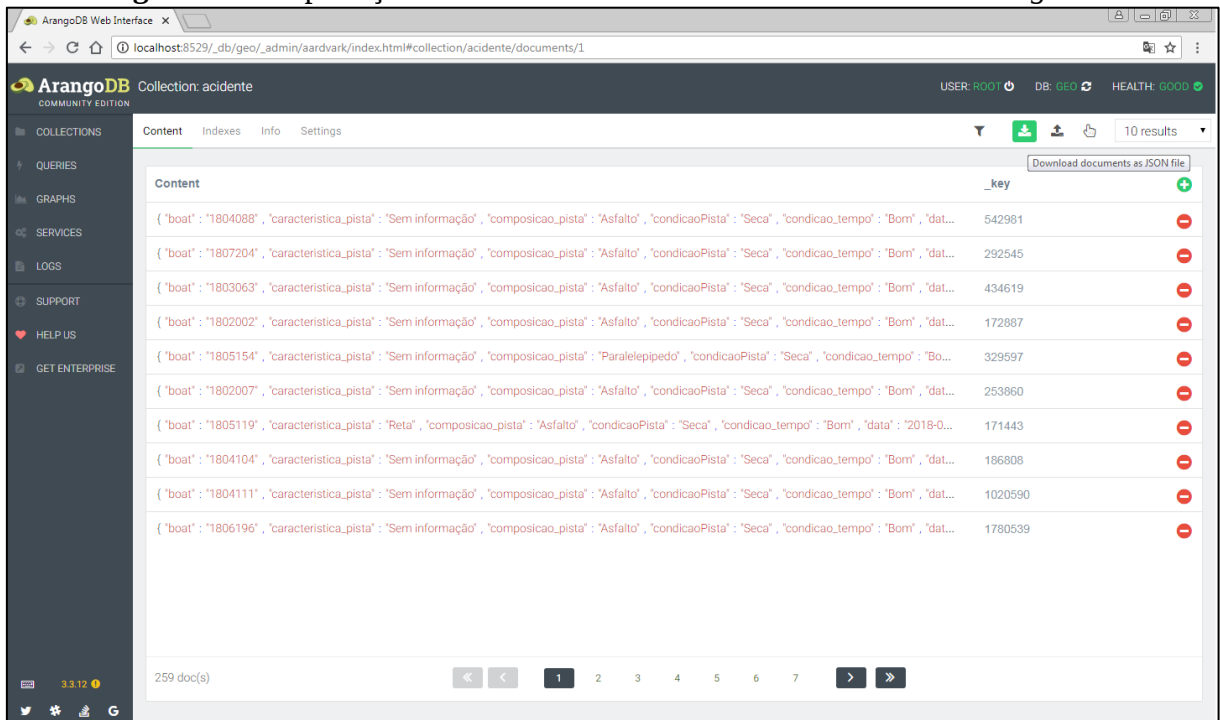
No entanto é inevitável que existem falhas e as ruas não detenham os nomes corretamente a cada logradouro. Desta forma aplicasse o QGIS, para efeito de edição do sistema de arquivos “*shp*”, com o “*shp*” ativado, seleciona a feição desejada (sem nome) e em seguida acessa a tabela de atributos, como a linha correspondente aquela feição estará destacada, sendo assim identificável, aplicasse o nome da rua manualmente e verificasse a topologia e estruturação das informações para uso final do mapa de ruas em formato de banco de dados espacial.

4.4.3 Tratamento dos dados

Os dados após inseridos no SCBOAT são consolidados e armazenados no banco de dados (*ArangoDB*), através do servidor local *localhost*, ele quem permite essa conexão entre o sistema e o banco de dados.

Para a extração dos dados do *ArangoDB*, é necessário que o mesmo esteja instalado no computador. Será necessário realizar cadastro para ter acesso ao SGBD, após isso, seleciona-se uma coleção, recomenda-se baixar os dados da coleção nomeada como “*Acidente*”, pois esta contém todas as ligações com as outras coleções. A Figura 10 indica como deve-se realizar o download para a exportação dos dados.

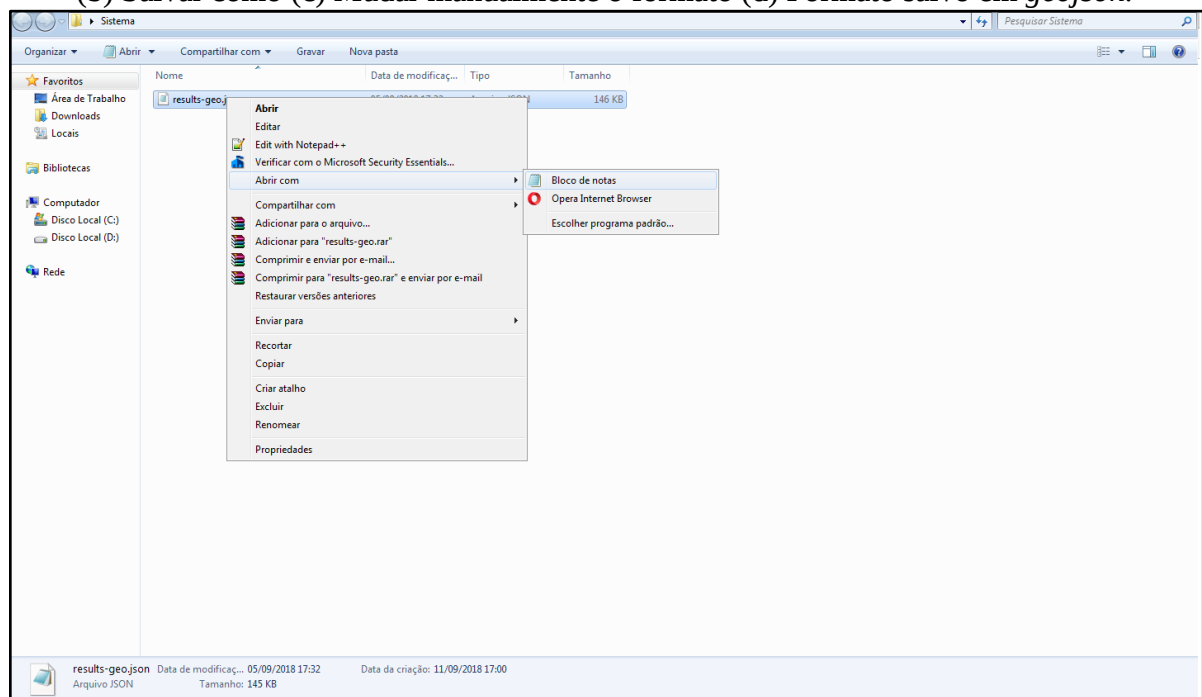
Figura 10 – Exportação de dados sobre os acidentes de trânsito do ArangoDB.



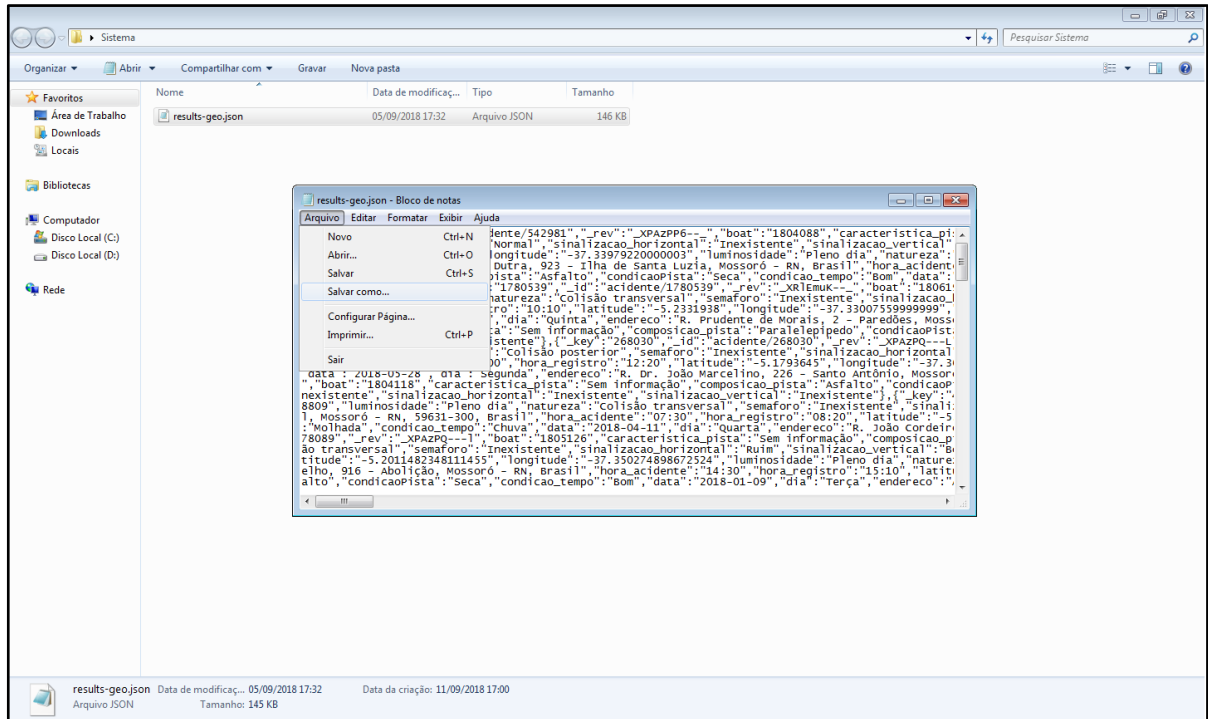
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

Os dados extraídos estarão no formato “*json*”, sendo necessário apenas um empregar um pequeno esforço de transformar esses dados do formato “*json*” para “*geojson*”, formato aceito pelo programa QGIS sem ser necessário qualquer outro tipo de tratamento.

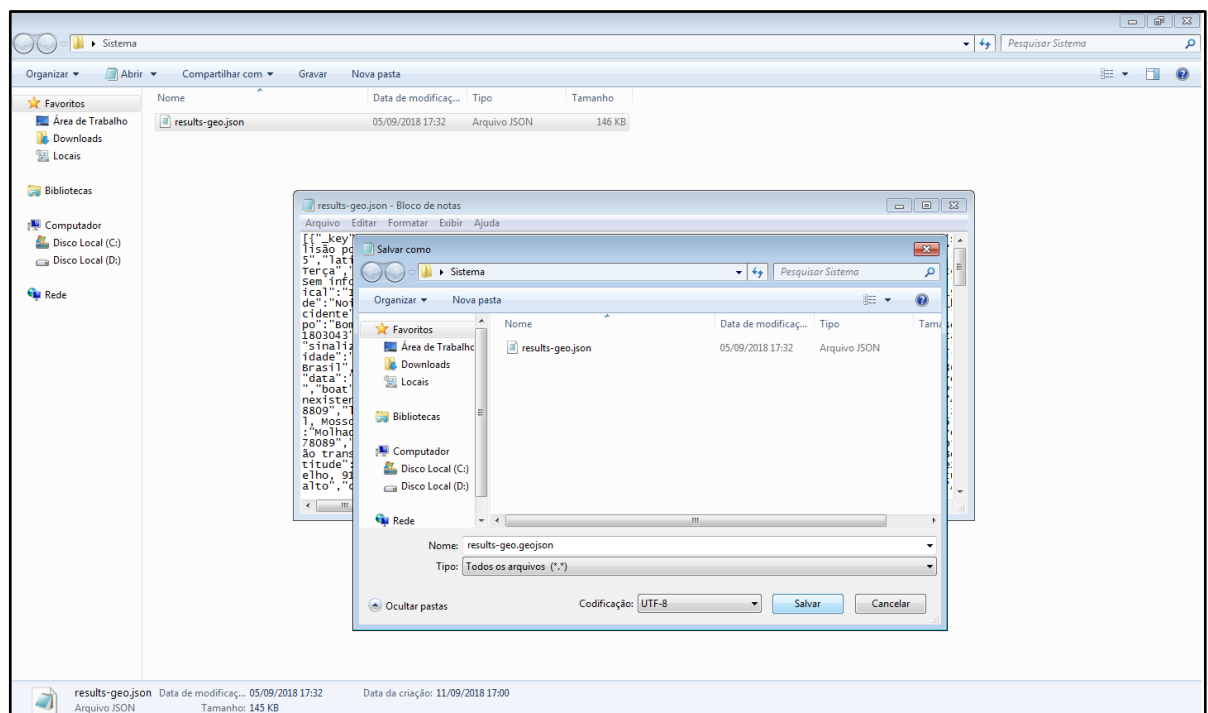
Figura 11 – Obtenção dos dados no formato *json* para *geojson*(a) Abrir como bloco de notas (b) Salvar como (c) Mudar manualmente o formato (d) Formato salvo em *geojson*.



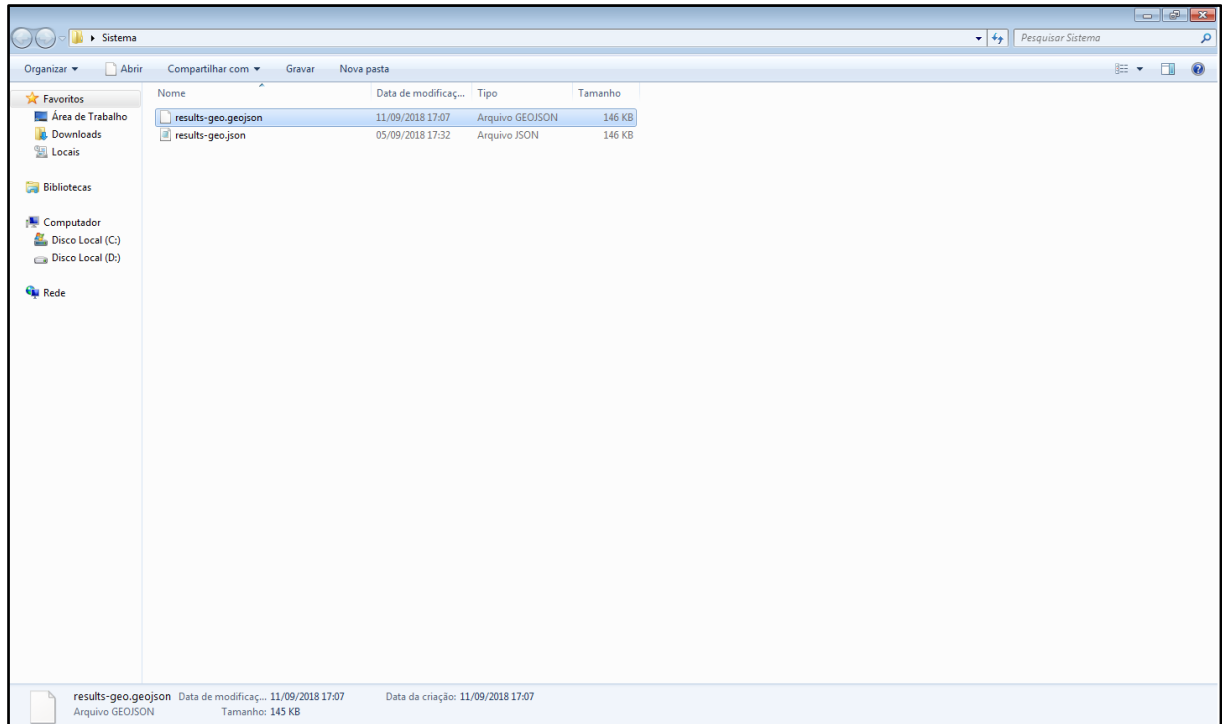
(a)



(b)



(c)

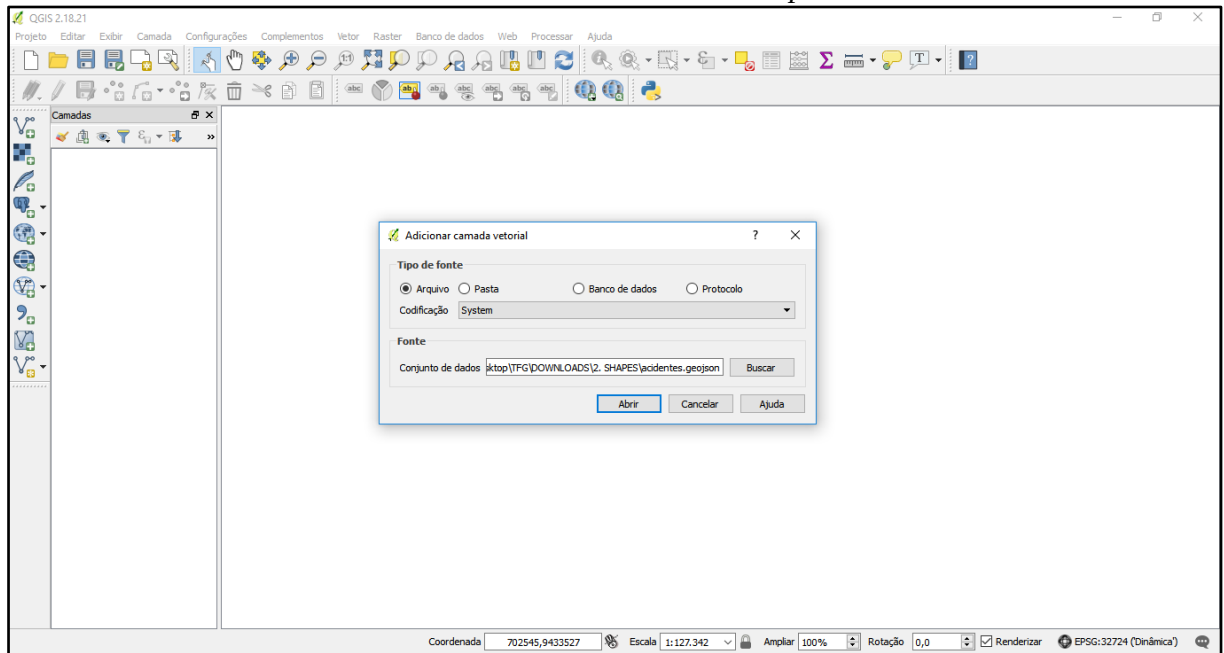


(d)

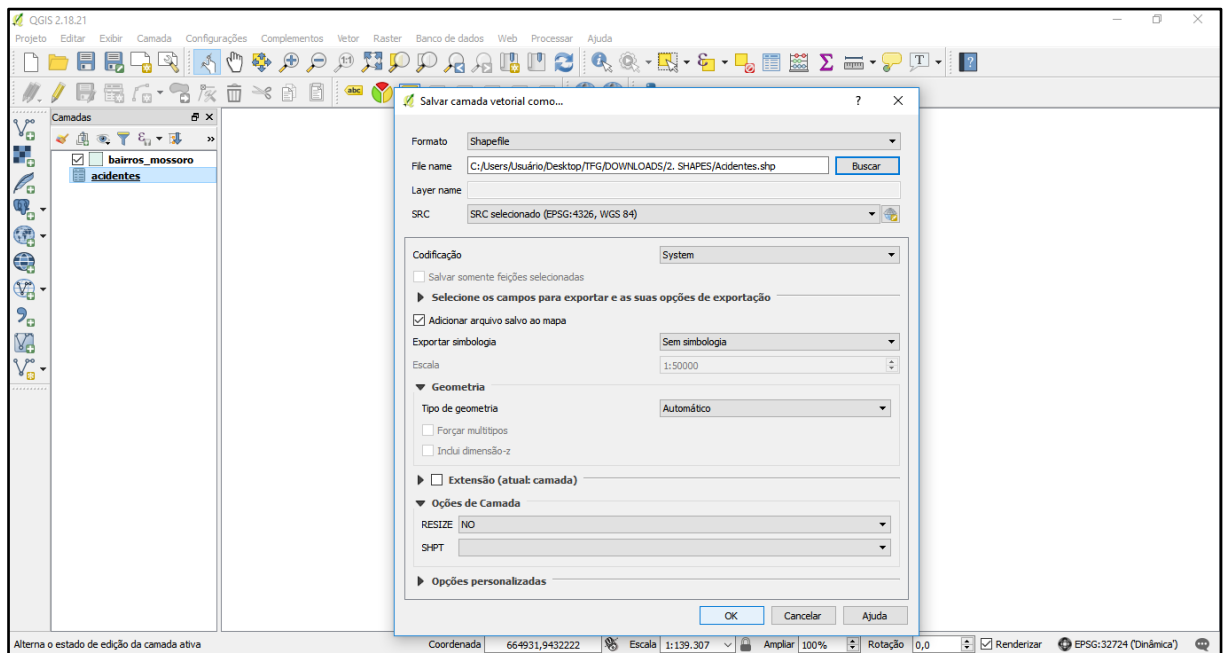
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

Com esses dados em geojson, no QGIS é possível transformar o formato “*geojson*” em “*shapefile*” ou “*shp*” e assim trabalhar as informações desejadas através de “*Adicionar camada vetorial*”, seleciona o arquivo desejado, em *geojson*, carregado o arquivo no programa, ativa a camada vetorial e seleciona “*Salvar como*”, busca-se um local para armazenar o arquivo e o formato “*sph*”. A Figura 12 mostra como deve ser realizado tal procedimento para a conversão do formato dos dados por meio do QGIS.

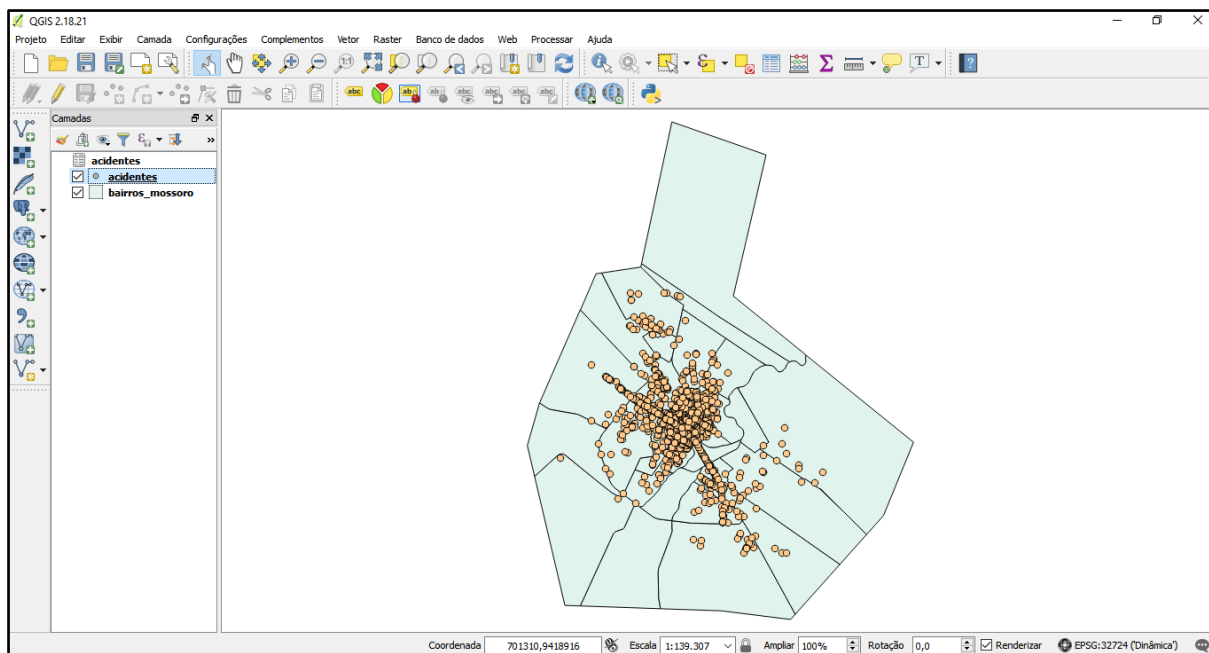
Figura 12 – Conversão dos dados no formato *geojson* para *shpfile* (a) Abrir camada vetorial (b) Selecionar local para armazenamento e o formato desejado (c) Adicionar novamente a camada vetorial no formato *shp*.



(a)



(b)



(c)

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2018).

Portanto após realizados esses passos pode-se ser gerado diversos mapas utilizando a calculadora de campo de acordo com as informações desejadas para formentar as estratégias de planejamento de gestão do trânsito. Verificando por exemplo, as relações entre as informações dos acidentes, mais especificamente, o horário, o dia na semana, a idade, o sexo, tempo de habilitação dos condutores, as especificações das vias, o tipo de veículo e severidade do acidente, entre outras.

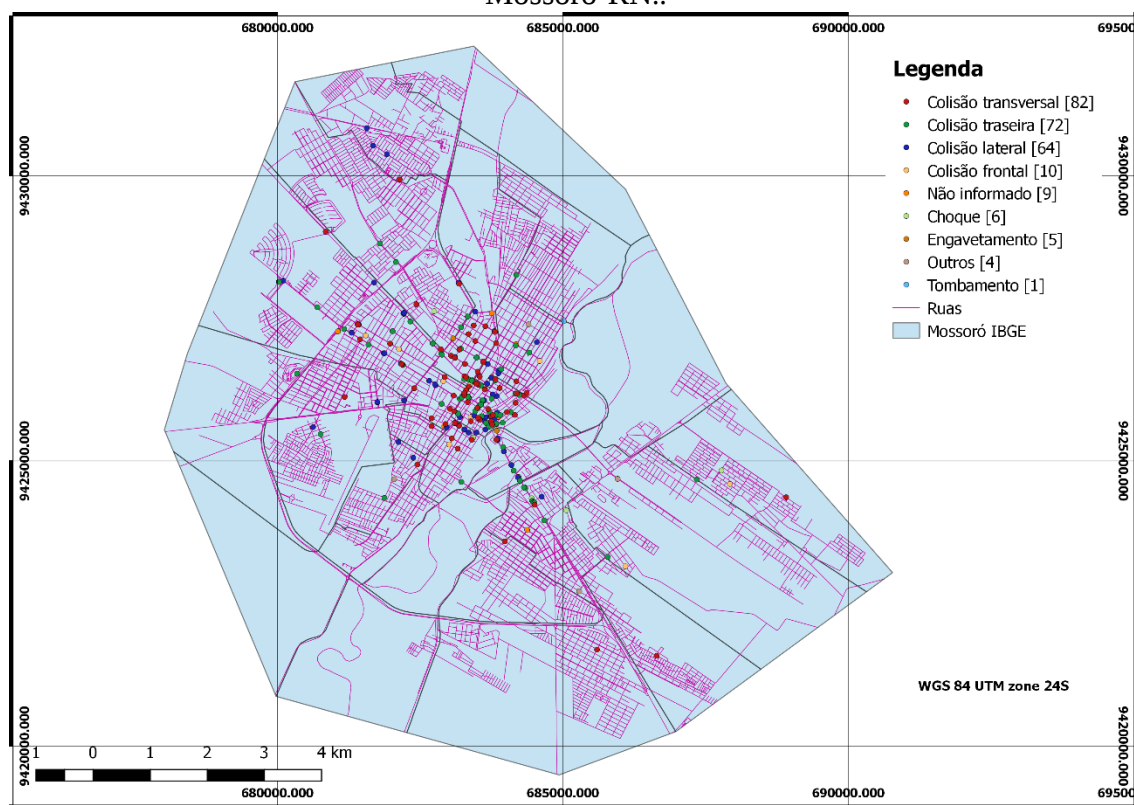
5 DISCUSSÕES

Diante da metodologia adotada e aqui exposta, expõe-se os resultados salcançados a partir dos dados georrefenciados sobre acidentes de trânsito no município de Mossoró-RN, sobrepostos a base de dados confeccionada para nortear a compreensão de tais fenômenos na cidade.

No QGIS é possível trabalhar com um número limitado de informações ou com um banco de dados mais robusto. No trabalho realizado por Assis (2017) foram trabalhadas um total de apenas 253 acidentes, referentes ao ano de 2015, onde o mesmo quantificou os acidentes por tipo, bairro, dia da semana e faixa horária.

A Figura 13 evidencia a quantidade dos acidentes de trânsito conforme o tipo de acidente.

Figura 13 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por tipo no município de Mossoró-RN..

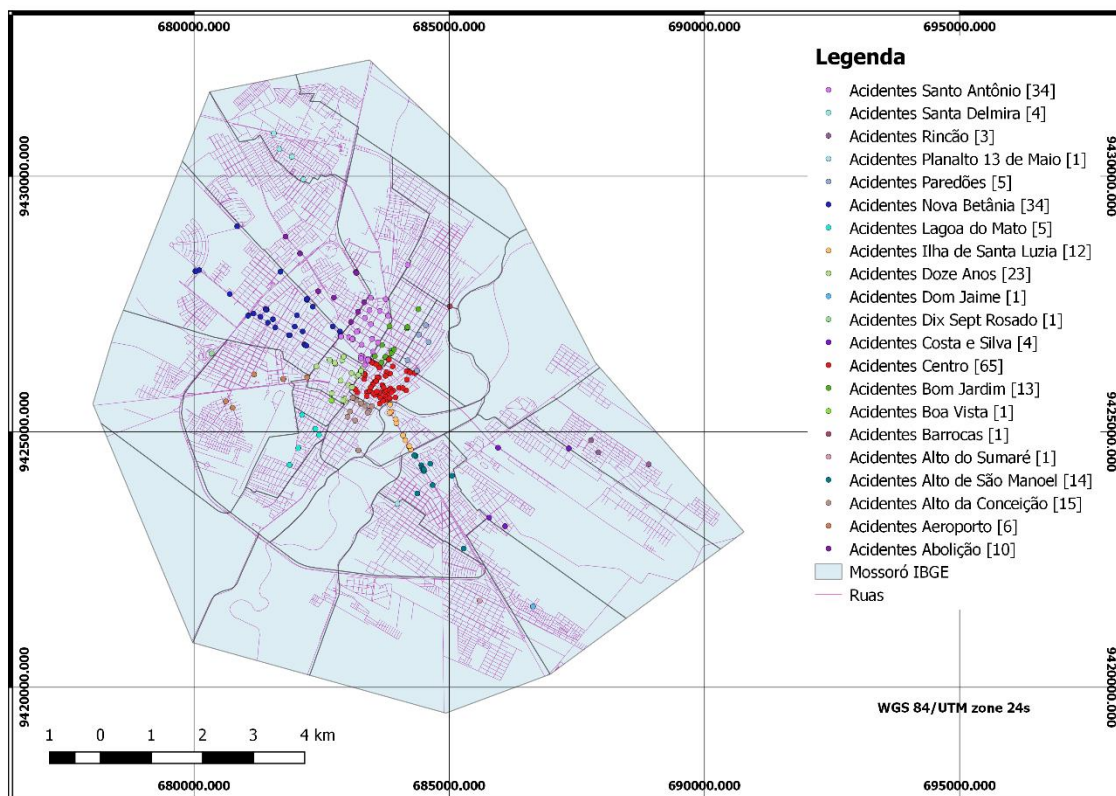


Fonte: Assis (2017).

Os tipos de acidentes podem ser colisão transversal, traseira, lateral, frontal, choque, engavetamento, tombamento e etc. No município, como informado no mapa, os tipos mais registrados de acidentes são as colisões transversais, traseira e lateral.

A Figura 14 apresenta a distribuição dos acidentes por bairros.

Figura 14 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por bairros no município de Mossoró-RN.



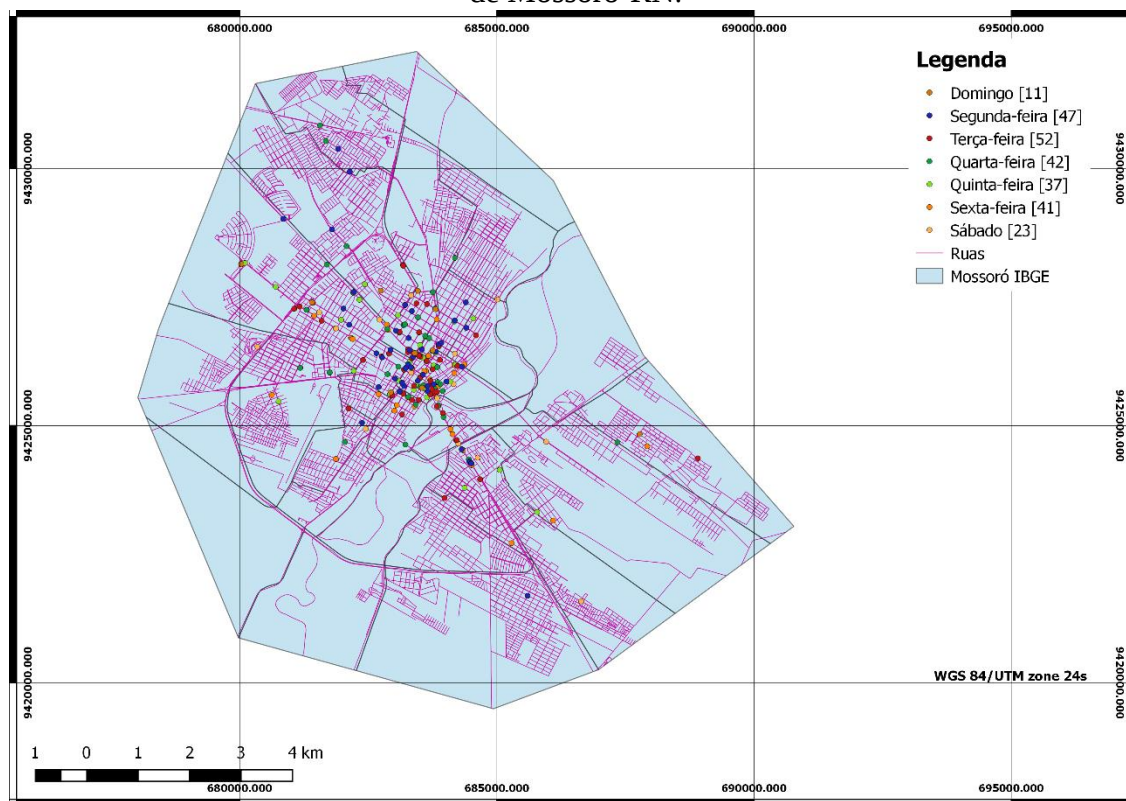
Fonte: Assis (2017).

Conforme a Figura 14 pode-se visualizar o local onde ocorre o maior número de acidentes de trânsito, destacando-se o centro de Mossoró. Do total de 253 acidentes, 65 ocorrem no centro, correspondendo a 25,69%. Em seguida os bairros que mais ocorrem acidentes são os bairros de Nova Betânia e Santo Antônio cada um apresentando 34 ocorrências, correspondendo a 13,44% do total de acidentes. Deve-se ainda ressaltar o fato destes bairros serem a principal área de comércio e serviços do município.

Pode-se então perceber quais são as carências e as razões dos acidentes em cada região, como se é devido à falta de sinalização horizontal ou vertical, sinalização semafórica, condições climáticas e das vias desfavoráveis, falta de treinamento dos motoristas, falta de atenção, e/ou erro humano.

A Figura 15 adiante indica a quantidade de acidentes conforme os dias da semana.

Figura 15 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por dia da semana no município de Mossoró-RN.



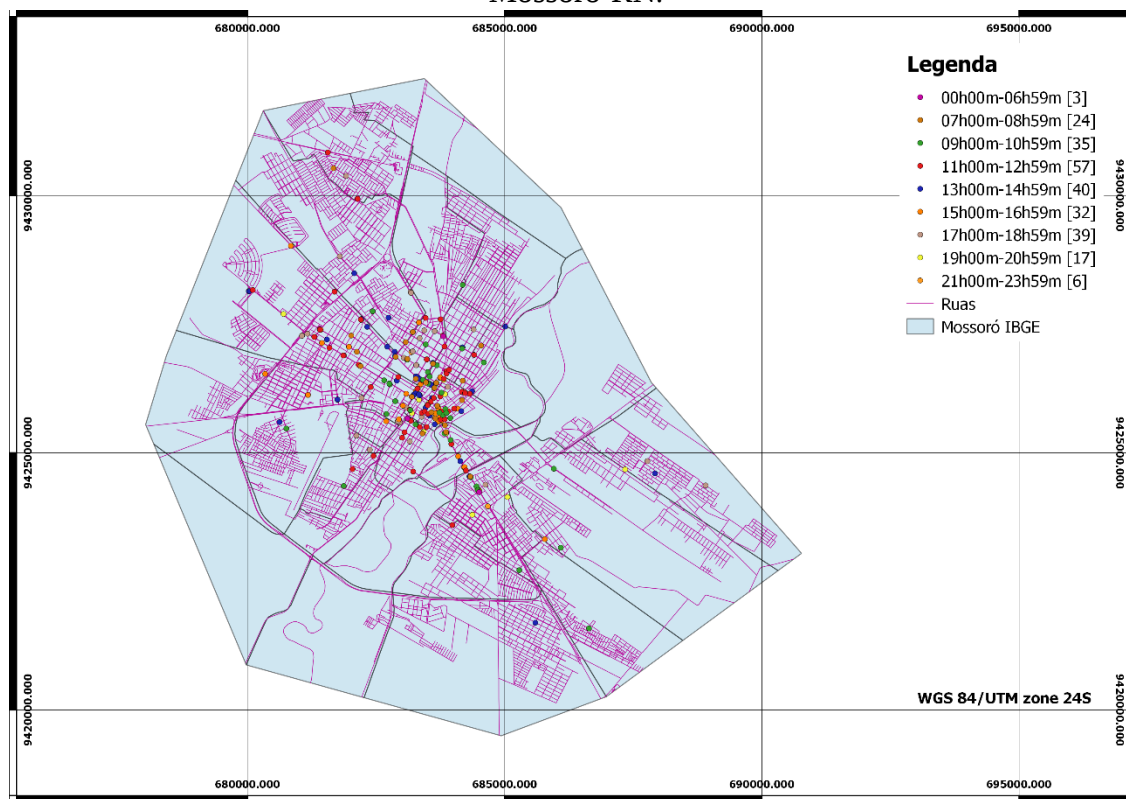
Fonte: Assis (2017).

Segundo a Figura 15 os dias que ocorrem com maior frequência os acidentes são as terças e segunda-feiras, cada dia apresenta 52 e 47 acidentes respectivamente, correspondendo a um índice de 20,55% para a terça feira e de 18,58% para a segunda, não sendo menos relevantes que os outros dias da semana.

Entretanto, quando comparado com o fim de semana com índice de apenas 13,44%, percebe-se a relevância de medidas de segurança no trânsito a serem tomadas no início da semana, como campanhas de educação de trânsito e pró-vida dos condutores e passageiros.

A Figura 16 evidencia a quantidade de acidentes conforme a faixa horária, deste modo é possível identificar os horários que mais ocorrem acidentes no município.

Figura 16 – Mapa da distribuição dos acidentes de trânsito por horário no município de Mossoró-RN.



Fonte: Assis (2017).

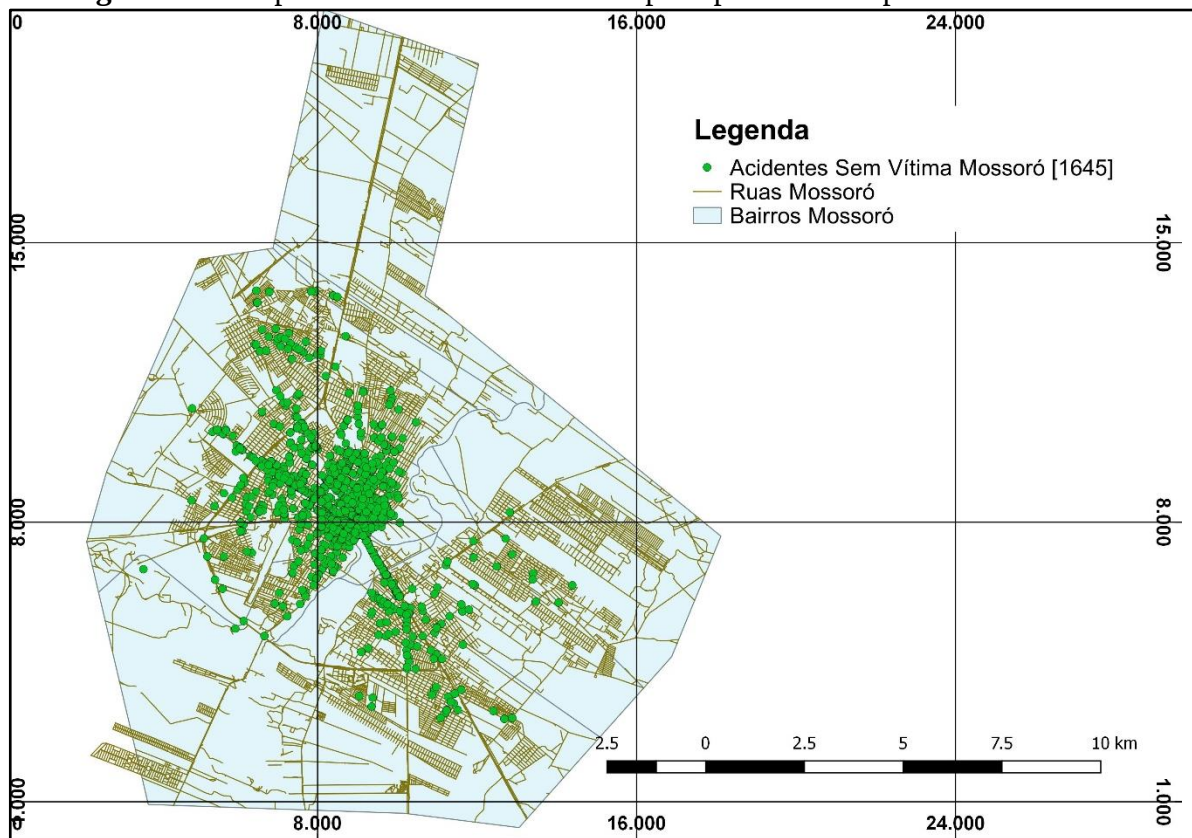
Através da Figura 16 distingue-se que o horário entre 11:00h e 12:59h detém a maior quantidade de acidentes, com 57 casos registrados, correspondendo a 22,53% dos acidentes. Os horários com mais acidentes correspondem aos de 13:00h a 14:59h, com 40 registros, seguido pelo horário entre 17:00h e 18:59h com 39 acidentes. Cada horário corresponde, respectivamente, a 15,81% e 15,42% do total de acidentes.

A provável razão da maior circulação de veículos nestes períodos deve-se ao horário de almoço, de retorno ao trabalho e de retorno as suas casas. Pode-se perceber também a maior concentração de pontos críticos de acidentes de trânsito nas áreas onde estão os maiores polos geradores de tráfego, como escolas, shoppings, lojas e hospitais.

De acordo com a afirmação anterior sobre a capacidade do QGIS, é possível trabalhar com um número maior de acidentes, como no caso do trabalho realizado por Praxedes (2018) que foram trabalhadas um total de 1.645 acidentes, 01 de janeiro de 2014 à 31 de dezembro de 2017, onde o mesmo quantificou os acidentes por tipo, por bairro, por dia na semana, por faixa horária.

A Figura 17 indica que a região do centro urbano e sua circunvizinhança concentram o maior volume de acidentes.

Figura 17 – Mapa com acidentes de trânsito por tipo no município de Mossoró-RN.

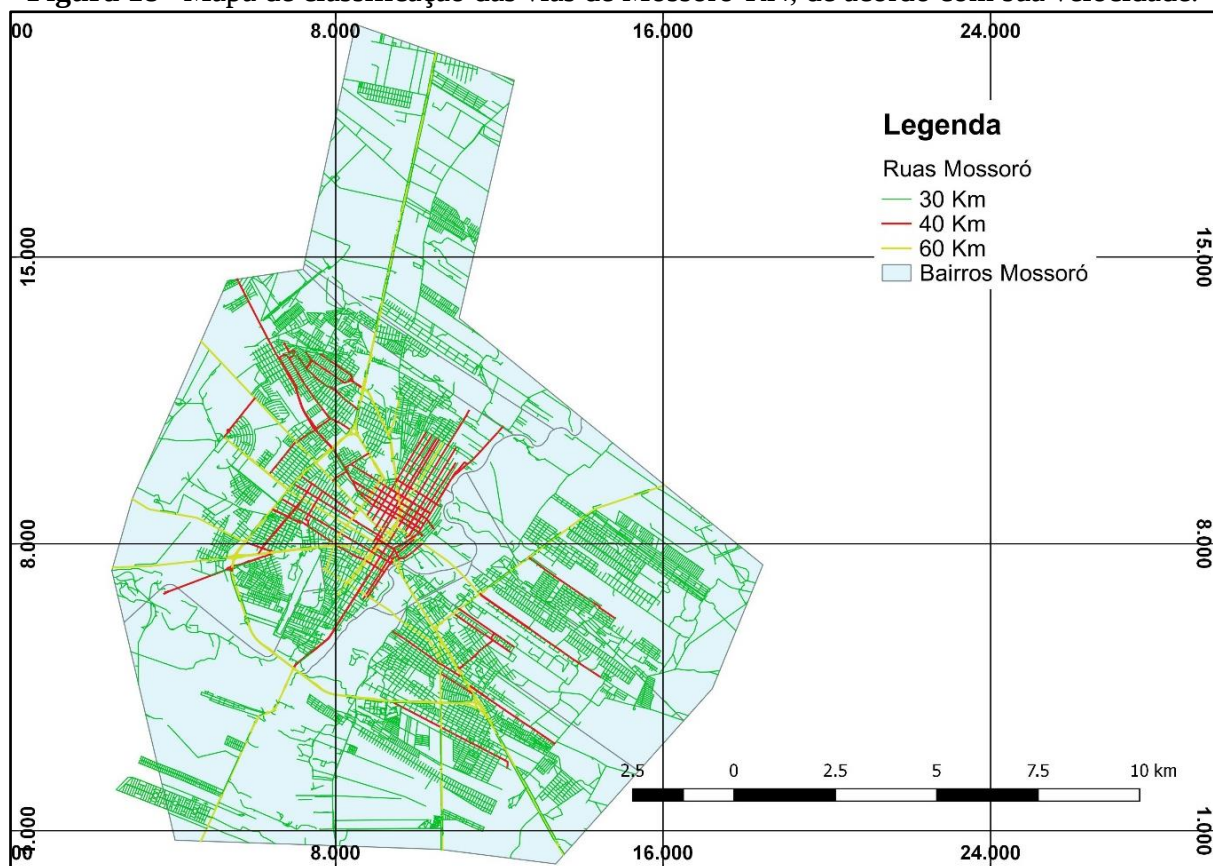


Fonte: Praxedes (2018).

A Figura 17 mostra também os 1.645 acidentes sem vítimas ocorridos no período estudado, o resultado constata que há uma tendência com os resultados obtidos por Assis, no que se refere a região onde mais se localizam os acidentes, sendo na região do centro urbano, ou seja as ocorrências seguem um padrão que pouco vem se alterando em anos mostrando a necessidade de intervenções.

Adiante, a Figura 18 desmontra as vias e suas respectivas velocidades. E por conseguinte a classificação das vias conforme hierarquização das vias, em vias arteriais, coletoras e locais com velocidade de 60, 40 e 30 Km respectivamente.

Figura 18 – Mapa de classificação das vias de Mossoró-RN, de acordo com sua velocidade.

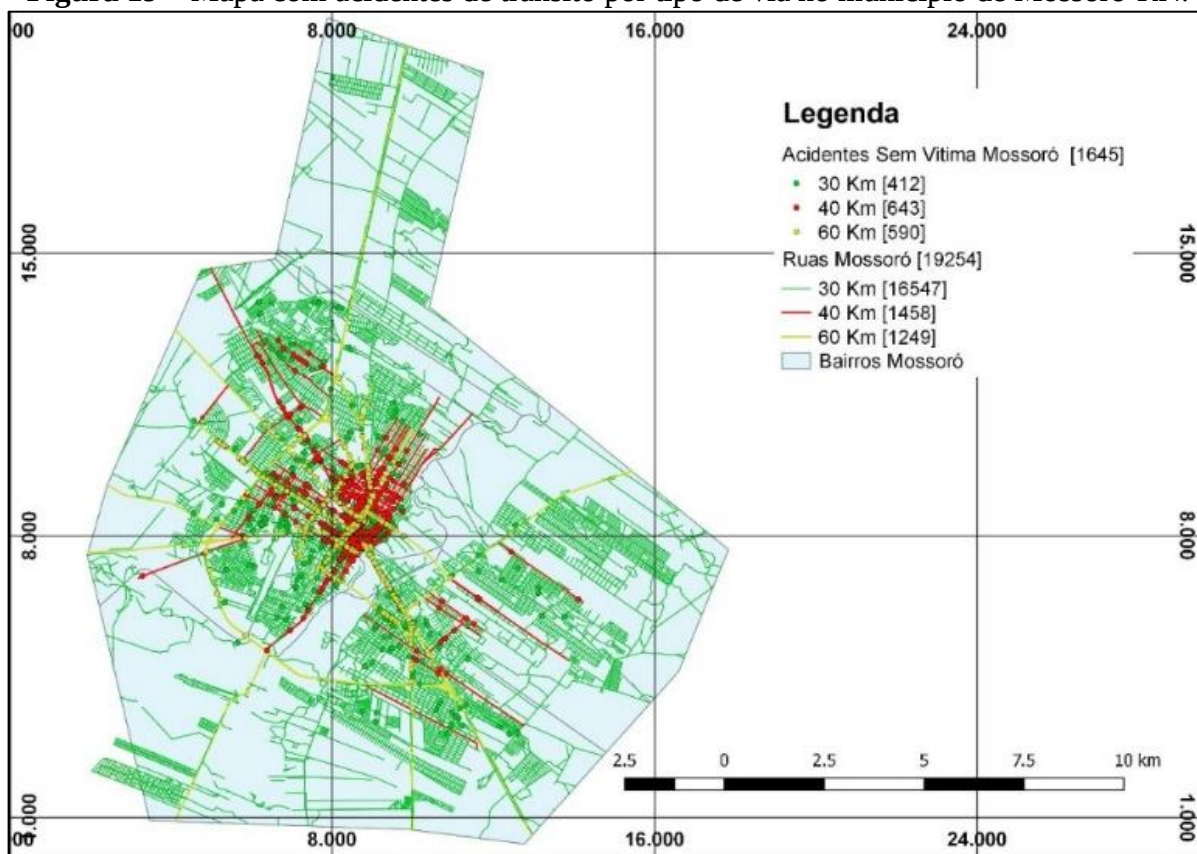


Fonte: Praxedes (2018).

A Figura 18 mostra ainda que as vias coletoras (vermelhas) se encontram em sua grande maioria na área central da cidade, como também nas interseções entre bairros, fazendo assim as ligações entre vias arteriais (amarelas) e locais (verdes). Devido ao encontro de grande volume de veículos recolhidos nas vias coletoras, sugere-se a melhoria da sinalização nos locais de encontros.

A Figura 19 indica a quantidade de acidentes por tipo de via, e identifica qual delas possuem o maior número de acidentes em consequência da velocidade estabelecida.

Figura 19 – Mapa com acidentes de trânsito por tipo de via no município de Mossoró-RN.



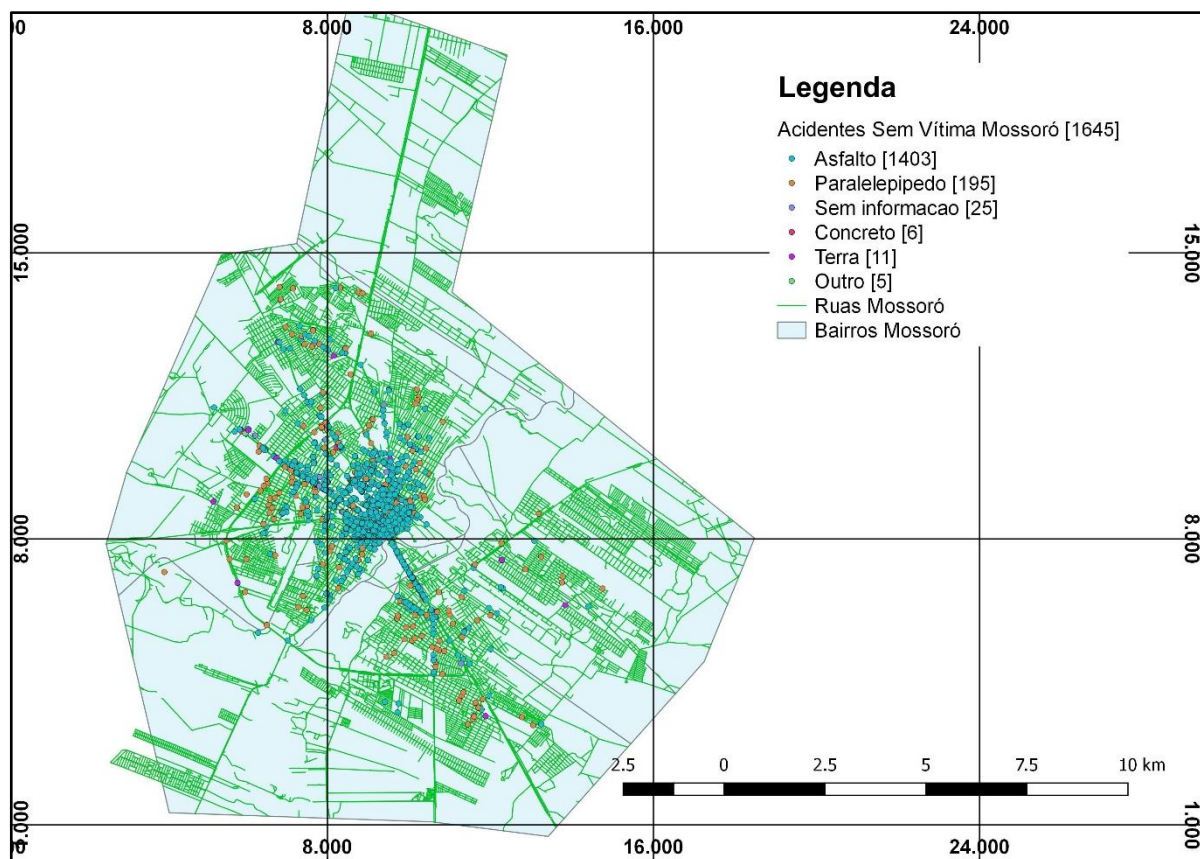
Fonte: Praxedes (2018).

A Figura 19 apresenta que nas vias coletoras (40 Km) ocorreram a maior quantidade de acidentes, sendo 643 ocorrências registradas. Nas demais vias houveram 590 acidentes nas arteriais (60 Km) e 412 acidentes nas locais (30 Km). De acordo com o mapa temos que, 39% dos acidentes ocorrem nas vias de 40 Km, 36% nas vias de 60 Km, e 25% nas vias de 30 Km.

Percebe-se que 85,90% das vias são locais, 7,5% são vias coletoras e 6,4% são vias arteriais. Logo, apesar do número menor de vias coletoras, são nelas que ocorrem os maiores número de acidentes, portanto as medidas deveriam ser mais tangíveis por serem uma porção menor de vias. Portanto uma medida que pode ser tomada é a instalação de radares nas vias coletoras para que não se exceda a velocidade limite.

Na figura 20 podemos observar o mapa com os acidentes distribuídos nas vias por tipo de pavimento.

Figura 20 – Mapa com acidentes de trânsito por tipo de pavimento de via no município de Mossoró-RN.



Fonte: Praxedes (2018).

Como demonstrado na Figura 20, temos 1403 acidentes em vias de pavimentação asfáltica, que corresponde ao total de 85,29% dos acidentes, enquanto nas vias com os demais tipos de pavimentação, como paralelepípedo, concreto, terra e entre outros, onde houveram 242 acidentes que correspondem a 14,71%.

Reforçar-se, portanto, a necessidade de melhoria na sinalização, nas condições das vias, na fiscalização por parte dos órgãos responsáveis e na educação de trânsito afim de reduzir o volume de ocorrência de acidentes de trânsito.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs a utilização de ferramentas de geoprocessamento na gestão da engenharia de transportes, mas especificamente a parte que tange a gestão do trânsito, as quais apresentaram bons resultados para o planejamento de medidas preventivas e corretivas para assegurar a segurança dos condutores em vias de circulação.

O sistema SCBOAT, contribui significativamente para a rapidez na coleta e tratamento primário das informações, o gerenciador de banco de dados *ArangoDB* mostrou-se eficiente no armazenamento de grande volume de informações e na consistências de dados, devidas suas inteligentes ligações.

O *software* de geoprocessamento, o QGIS, manifestou-se como uma ferramenta eficaz e gratuita na geolocalização das informações sobre as ocorrências de acidentes de trânsito e na manipulação desses dados, auxiliando no diagnóstico dos possíveis fatores geradores desses incidentes, tornando-o uma ferramenta bem acessível para a administração pública.

Verificou-se que a partir da metodologia utilizada na obtenção dos dados georreferenciados é possível a elaboração de diversos mapas a respeito das inúmeras informações constantes no banco de dados. E que, apesar do pouco tempo de criação e aplicação desse método, foram expostos alguns excelentes resultados já alcançados como os de Assis e os de Praxedes, mostrando a eficácia no uso do QGIS na gestão de transportes, como na análise de acidentes de trânsito.

Outros trabalhos também estão sendo desenvolvidos no decorrer da elaboração deste estudo impossibilitando a exposição de tais resultados, porém mostra a capacidade que a ferramenta tem na geração de informações de fácil interpretação. Portanto, SIG se mostrou relevante na espacialização com precisão dos pontos de acidentes de trânsito.

Desse modo, o registro espacial possibilita o gestor na tomada de decisão com mais precisão, pois estabelece as relações de causa e efeito dos acidentes, bem como o acesso a informação desejada de maneira gráfica, propiciando e otimizando a interpretação dos resultados. Para que assim possa-se melhorar a alocação dos recursos destinados ao trânsito.

Como recomendações permite-se concluir a importância da utilização de novas tecnologias na captura de dados, desde os agentes responsáveis pelos registros, reduzindo tempo gasto no tratamento dos mesmo, e a utilização do *Global Positioning System* (GPS) também por parte dos agentes para a obter as coordenadas exatas do ponto onde ocorreu o sinistro.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697**: Pesquisa de Acidentes de Trânsito. Rio de Janeiro, 1989. 10 p.

ALMEIDA, Rosa Livia Freitas de et al. Via, homem e veículo: fatores de risco associados a gravidade dos acidentes de trânsito. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 47, n. 4, p.718-731, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-8910.2013047003657>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informação Geográfica: aplicações na agricultura. In: CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Princípios básicos em geoprocessamento**. 2.ed., ver. e ampl. Brasília: EMBRAPA-SPI/ EMBRAPA-CPAC. 1998.

ASSIS, Jânio Charles de. **O USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA GEOLOCALIZAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO, SEM VÍTIMAS, EM MOSSORÓ-RN**. 2017. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

BRASIL. Constituição (2012). Lei nº 12587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, DF, 3 jan. 2012.

BRASIL. Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997. **Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, DF.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. **Planejamento de transportes: conceitos e modelos**. 1 ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

CERQUEIRA, Daniel; MOURA, Rodrigo. **Custo da Juventude Perdida no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/130712_custo_da_juventude_perdida_no_brasil.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2018.

CIDADES, Ministério das. **Gestão Integrada da Mobilidade Urbana**: Curso de capacitação. Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana, 2006. 164 p.

DAVIS, C., FONSECA, F. Introdução aos Sistemas de Informação Geográfico. Belo Horizonte. UFMG. 2001.

DAVIS, Clodoveu; CÂMARA, Gilberto. Introdução ao geoprocessamento. **Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, AMV**, 2001.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **. ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES**. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

EMBRAPA. **Geotecnologias e Geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde /** editores técnicos, Sérgio Gomes Tôsto ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. 248 p.: il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **FAQ: (Frequently Asked Questions - Perguntas Mais Frequentes)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm#3>>. Acesso em: 28 out. 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Rio Grande do Norte: Mossoró**. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240800&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 16 out. 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mossoró**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>>. Acesso em: 03 set. 2018.

IDTP – Instituto de Políticas de transporte e Desenvolvimento. **Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS)**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/o-que-fazemos/desenvolvimento-orientado-ao-transporte/>>. Acesso em: 15 ago 2018.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; PRF, Polícia Rodoviária Federal. **Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do Ipea: Relatório de Pesquisa**. Brasília: Ipea, Prf, 2015. 20 p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7456/1/RP_Estimativa_2015.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.

LIMA, I. M. O.; FIGUEREDO, J. C.; MORITA, P. A.; GOLD, P. **Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Brasília. 2008.

MAEDA, Vinícius; SALES, Ronaldo; SIMONATO, Thiago. **Sistemas de informações geográficas aplicações e utilidades parte 01**. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/sistemas-de-informacoes-geograficas-aplicacoes-e-utilidades-parte-01/7782#comentariosArtigo>>. Acesso em: 01 set. 2018.

MOSSORÓ. PREFEITURA MUNICIPAL DE MOSSORÓ. **GEOGRAFIA**. Disponível em: <<http://www.prefeiturademossoro.com.br/mossoro/geografia/>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

MOURA, A. C. M. Novos rumos, velhas metodologias: questionamento do aproveitamento real das potencialidades dos Sistemas Informativos Geográficos. In: SEGEO, 1996, Rio de Janeiro. **Anais do 1o. SEGEO**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1996. v. 1. p. 115-130.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 312 p.

MUNDIN, R. A. D. L. Geoprocessamento Aplicado à Análise Espacial de Uso e Ocupação do Solo da Área Urbana e Entorno de São José da Lapa. 2002. 65 f. Tese (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

OLIVEIRA JÚNIOR, H. S. Análise da qualidade da água subterrânea para abastecimento humano na zona urbana da cidade de Mossoró-RN. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Estimativas Globais de Saúde 2016: Mortes por Causa, Idade, Sexo, por País e por Região, 2000-2016.** Genebra. 2018. Disponível em: <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **RELATÓRIO GLOBAL SOBRE O ESTADO DA SEGURANÇA VIÁRIA 2015.** Genebra: Inis Communication, 2015. 16 p.

POLIDORO, M.; BARROS, M. V. F. Utilização de Geotecnologias no Suporte a Gestão de Políticas Públicas Municipais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Seção Três Lagoas, v. 7, n. 11, p.81-98, maio 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/projetos/atlasrml/publicacoes/periodicos/4.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

PRAXEDES, Dalilla de Medeiros. **TRÂNSITO MOSSOROENSE: RELAÇÃO ENTRE VIA, PAVIMENTO, VELOCIDADE E ACIDENTE EM MOSSORÓ-RN.** 2018. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

QGIS. **Um Sistema de Informação Geográfica livre e aberto.** 2016. Disponível em: <http://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 3 nov. 2016.

SCHEIDEGGER, Emerson; CARNEIRO, Teresa Cristina Janes; ARAUJO, Claudia Affonso Silva. Impactos do Sistema de Informação Geográfica na Administração Pública Municipal. **Revista Gestão & Tecnologia**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 3-21, abr. 2013. ISSN 2177-6652. Disponível em: <<https://revistagt.fpl.edu.br/get/article/view/442/438>>. Acesso em: 27 maio 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.20397/g&t.v13i1.442>.

SEGURADORA LÍDER – ADMINISTRADORA DO SEGURO DPVAT. **BOLETIM ESTATÍSTICO SEGURADORA LÍDER-DPVAT: ESPECIAL - 10 ANOS.** Rio de Janeiro, 2018. 25 p. Disponível em: <https://www.seguradoralider.com.br/Documents/boletim-estatistico/Boletim%20_ESPECIAL%2010%20ANOS.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018. (a)

SEGURADORA LÍDER – ADMINISTRADORA DO SEGURO DPVAT. **BOLETIM ESTATÍSTICO SEGURADORA LÍDER-DPVAT: ANO 08 - VOL.03 MARÇO DE 2018.** Rio de Janeiro: Seguradora Líder, 2018. 19 p. Disponível em: <https://www.seguradoralider.com.br/Documents/boletim-estatistico/boletim_estatistico_MARCO2018.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018. (b)

SEMOB – Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. PlanMob: Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2015. 238 p.

SERVERO, Robert (Ed.). COMO MUDAR ESTE CENÁRIO? In: PARTICIPAÇÕES., Globo Comunicação e (Ed.). **CADERNO 4 - MOBILIDADE URBANA**. São Paulo: Globo Comunicação e Participações., 2014. p. 1-10. Disponível em: <<http://app.cadernosglobo.com.br/banca/volume-04/mobilidade-urbana.html#artigo-04>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

TRANSPORTES, Ministério dos. **Síntese - Setor Rodoviário**. 2018. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/component/content/article.html?id=5341>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

VACCARI, Lorreine Santos; FANINI, Valter. Série de cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar – Mobilidade Urbana. Ed. CREA-PR, p. 10, 2016.

WASELFISZ, Julio Jacobo. **MAPA DA VIOLÊNCIA 2013: Acidentes de Trânsito e Motocicletas**. Rio de Janeiro: Flacso Brasil, 2013. 96 p.

APÊNDICE A – CADASTRO DE NOVOS ACIDENTES

Express x

localhost:3000/novoAcidente

BOAT

Data dd/mm/aaaa

Hora do acidente --:--

Hora do registro --:--

Dia da semana Sem Informação

Natureza Sem Informação

Luminozidade Sem Informação

Condição do tempo Sem Informação

Composição da pista Sem Informação

Característica da pista Sem Informação

Condição da pista Sem Informação

Condição da sinalização semafórica Sem

Condição da sinalização vertical Sem Inf

Condição da sinalização horizontal Sem I

Procurar localização Localizar

Mapa Satélite

Mercado Público Central

Praça Bento Praxedes

Riachuelo

Caixa Econômica Federal

Praça Vigário Antônio Joaquim

Jornalista Lauro Escó

Praça Rafael Fernandes

Google

Dados do mapa Termos de Uso Informar erro no mapa

Endereço

Latitude

Longitude

Salvar Cancelar

APÊNDICE B – CADASTRO DAS VÍTIMAS.

Express x

localhost:3000/acidente/542981/vitima/novo

Nome

CPF

RG

Data de Nascimento dd/mm/aaaa

Sexo Sem Informação

Passageiro

Condutor

Pedestre

Óbito

Evadiu-se

Placa do veículo

Habilitação Sem Informação

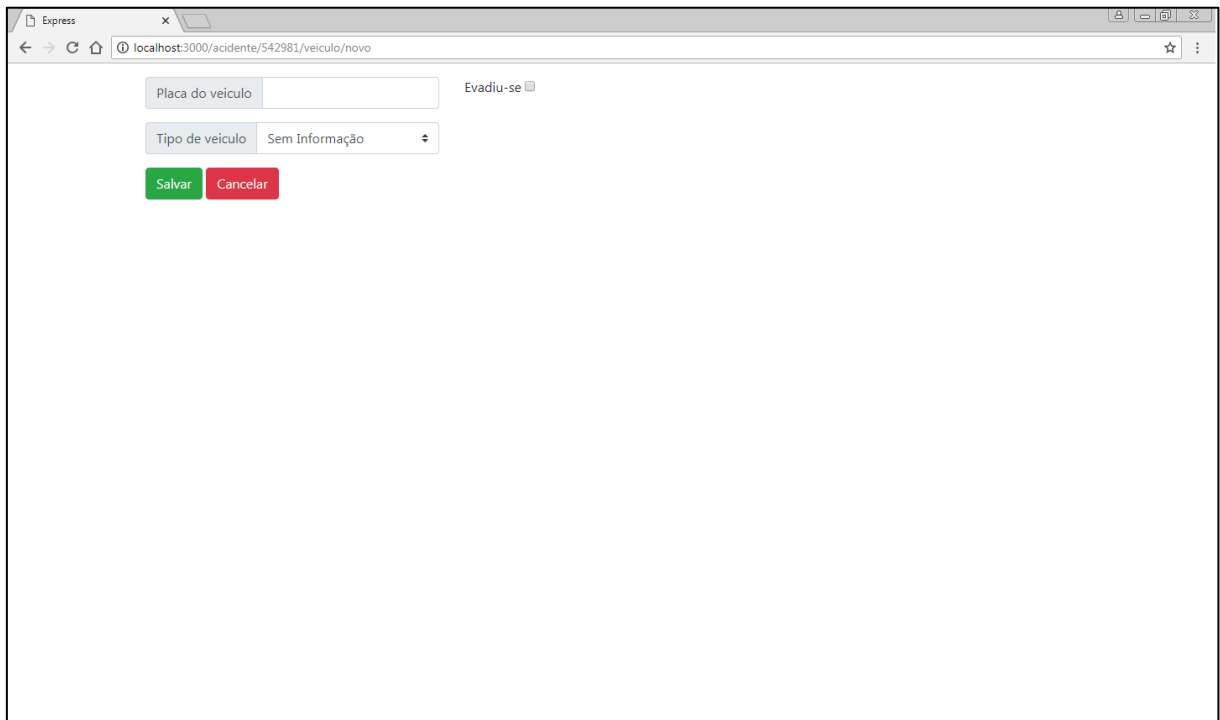
Numero de Registro

Equipamento de Segurança Sem Informa

Condição do Condutor Sem Informação

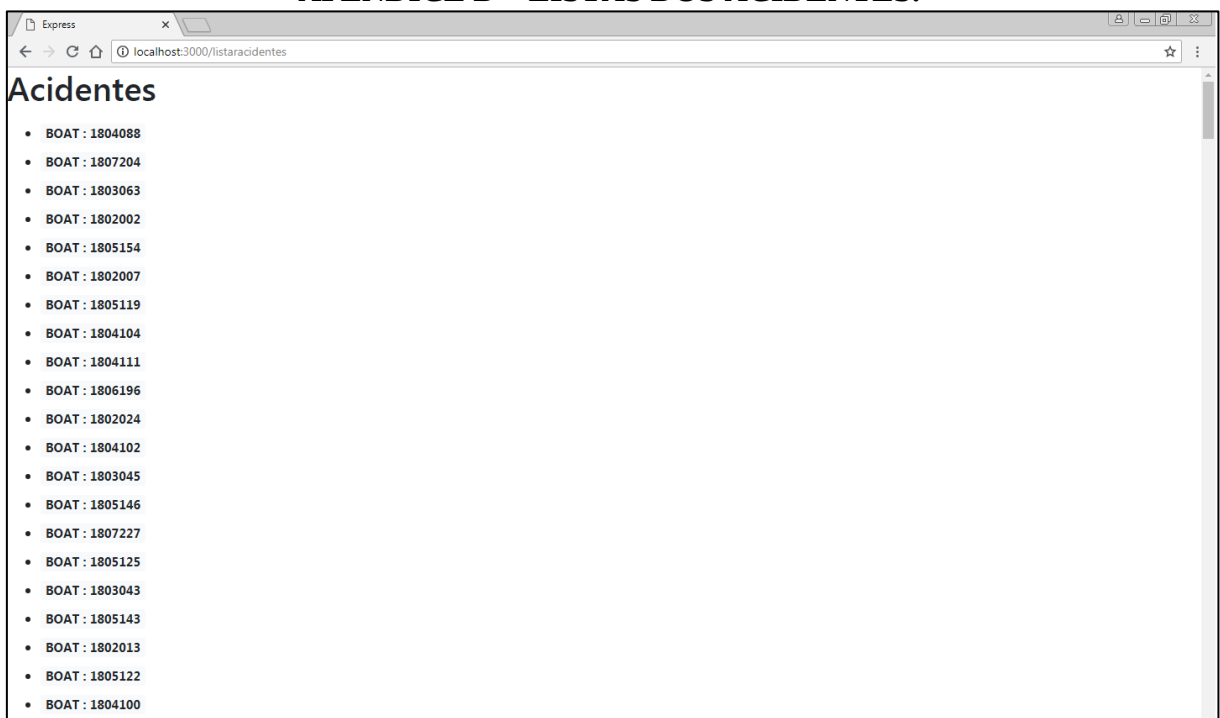
Salvar Cancelar

APÊNDICE C – CADASTRO DOS VEÍCULOS



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying "localhost:3000/acidente/542981/veiculo/novo". The page contains a form for registering a vehicle. It includes a text input field for "Placa do veículo", a checkbox labeled "Evadiu-se", a dropdown menu for "Tipo de veículo" currently showing "Sem Informação", and two buttons: "Salvar" (green) and "Cancelar" (red).

APÊNDICE D – LISTAS DOS ACIDENTES.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying "localhost:3000/listaracidentes". The page has a heading "Acidentes" and a list of 25 items, each starting with "BOAT : " followed by a number. The list is as follows:

- BOAT : 1804088
- BOAT : 1807204
- BOAT : 1803063
- BOAT : 1802002
- BOAT : 1805154
- BOAT : 1802007
- BOAT : 1805119
- BOAT : 1804104
- BOAT : 1804111
- BOAT : 1806196
- BOAT : 1802024
- BOAT : 1804102
- BOAT : 1803045
- BOAT : 1805146
- BOAT : 1807227
- BOAT : 1805125
- BOAT : 1803043
- BOAT : 1805143
- BOAT : 1802013
- BOAT : 1805122
- BOAT : 1804100