

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA SIG PARA QUANTIFICAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NOS CRUZAMENTOS DE RUAS DA CIDADE DE MOSSORÓ-RN

Antônia Larissa de Oliveira Souza¹, Eric Ferreira Amaral²

Resumo: Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) mostram que, em 2019, mais de 1 milhão de pessoas morrem anualmente em decorrência de acidentes de trânsito. A cidade de Mossoró se mostra a cada ano como uma das cidades com trânsito mais perigoso, tendo em vista que, conforme dados do Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Norte (DETRAN/RN) no ano de 2016 ela foi a que mais registrou acidentes com vítimas fatais. Levando em conta a problemática em relação aos Acidentes de Trânsito em geral, principalmente na cidade de Mossoró, e o auxílio que plataformas SIG podem dar para a análise espacial e combinação dos dados, o objetivo principal deste artigo é quantificar os acidentes de trânsito que ocorrem nos cruzamentos de ruas da cidade de Mossoró-RN. A pesquisa feita tem características descritivas e explicativas. Comparando a quantidade total de acidentes de trânsito em geral com a quantidade encontrada nos cruzamentos de rua, verifica-se que esta representa 53% da quantidade de acidentes. Pode-se verificar que a metodologia e funções utilizadas no software QGIS foram eficientes para a quantificação dos acidentes de trânsito nos cruzamentos de rua da cidade de Mossoró/RN. O levantamento dos dados com maior fidelidade ao que realmente acontece e a sua análise pode contribuir no planejamento de transporte da cidade, tendo em vista que, se aplicadas às medidas sugeridas, seria possível verificar a eficiência do que já tem aplicado testar a aplicação de novas medidas e, assim, replicá-los nos próximos pontos de expansão.

Palavras-chave: Acidente de Trânsito; Plataforma SIG; Cruzamentos de ruas.

1. INTRODUÇÃO

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS)^[1] mostram que, em 2019, mais de 1 milhão de pessoas morrem anualmente em decorrência de acidentes de trânsito, em sua maioria pedestres, ciclistas e motociclistas. Estes quando não são fatais, deixam lesões, que podem ser permanentes, gerando custos com tratamentos médicos e diminuição na mão-de-obra ativa das empresas.

O conhecimento dos fatores determinantes dos acidentes tem caráter multidisciplinar e inclui as áreas da saúde, engenharia, entre outras. Poucos são os estudos nessa área atualmente, se destacando Souza^[2], que mostra a eficiência na aplicação do Georreferenciamento para análise de acidentes de tráfegos, e Schuwarz^[3] que mostra um exemplo de utilização desse tipo de análise na cidade de Porto Alegre - RS.

Tendo em vista que é algo que pode auxiliar no planejamento dos setores executivos dos municípios, unidades federativas e até mesmo do país como um todo, já que confrontando dados espaciais e não-espaciais a visualização dos dados fica mais fácil. Os estudos utilizando ferramentas de estimativa espacial consideram diferentes variáveis em sua concepção, relacionando os acidentes por horário, data, período sazonal e mensal, veículos, perfil das vítimas, localização de maior incidência, perfil socioeconômico, entre outras.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) auxiliam e simplificam a manipulação desses dados que podem ser em grande número na maior parte das vezes, porém a qualidade destes pode diminuir a eficiência da investigação das causas principais para assim ser feito a investigação.

Por meio da base de dados completa é possível realizar várias análises levando em conta diversas variáveis diferentes ou a junção destas, sendo é possível encontrar padrões por meio da estimativa da quantidade de acidentes de trânsito de acordo com a localização onde esses acontecem, por exemplo, o que pode auxiliar no estudo das causas principais e, conseqüentemente, na tomada de decisão do que pode ser feito para a redução desses fenômenos nesses locais em específico.

A cidade de Mossoró se mostra a cada ano como uma das cidades com trânsito mais perigoso, tendo em vista que, conforme dados do Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Norte (DETRAN/RN)^[4] no ano de 2016 ela foi a que mais registrou acidentes com vítimas fatais, sendo 65 (10,2%) vítimas de um total de 638 vítimas em todo o estado.

Levando em conta a problemática em relação aos Acidentes de Trânsito em geral, principalmente na cidade de Mossoró, e o auxílio que plataformas SIG podem dar para a análise espacial e combinação dos dados, o objetivo principal deste artigo é quantificar os acidentes de trânsito que ocorrem nos cruzamentos de ruas da cidade de Mossoró-RN. Para tanto, os objetivos específicos são:

-
- Elaborar mapas que mostrem as estatísticas verificadas na quantificação auxiliando na visualização das áreas críticas;
 - Fazer uma análise se o fato de possuir um semáforo nesses pontos alteraria no quantitativo de acidentes;

A justificativa principal para realizar esse estudo é auxiliar no aperfeiçoamento das medidas adotadas para planejamento urbano das cidades por meio da particularidade do estudo e contribuir diretamente para a redução dos acidentes de trânsito que ocorrem por meio de falhas na gestão e políticas públicas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Fundamentação teórica

2.1.1 Acidentes de Trânsito

Mesquita Filho^[5] afirma que os veículos a motor têm acarretado em benefícios inegáveis, por outro lado também há malefícios, entre eles os Acidentes de Trânsito, os quais têm se tornado um problema social grave no cotidiano das nações em todo o mundo.

Segundo a ABNT^[6], o termo Acidente de Trânsito pode ser definido como todo evento que não é premeditado, porém, resulta em danos para o veículo, carga, pessoa ou animais, onde pelo menos uma das duas partes está em movimento nas vias aéreas ou terrestres, podendo envolver outros veículos na via pública.

Conforme dados da OMS^[1], no início de 2019, as mortes em decorrência de acidentes de trânsito chegam a cerca de 1,35 milhão ao ano, sendo a principal causa de morte entre as idades 5 a 29 anos e 73% são entre jovens do sexo masculino com menos de 25 anos. Há também aqueles que não chegam ao óbito, já que 20 a 50 milhões de pessoas sofrem lesões que causam incapacidade. Os custos com acidentes de trânsito podem chegar a torno de 3% do Produto Interno Bruto (PIB) na maior parte dos países, já que estes provocam perdas econômicas consideráveis para as famílias e países como um todo devido os gastos com tratamentos e a perda de produtividade nas empresas.

Chagas^[7] afirma que a imprevisibilidade do acidente de trânsito pode levar a dificuldades no estudo dos mesmos, já que é algo somente observável após o seu acontecimento e não pode ser reproduzido para utilização em estudos científicos, além desse fator a aleatoriedade das circunstâncias pode dificultar na adoção de medidas eficazes na redução dos acidentes e danos.

Ainda, segundo a OMS^[1], os principais fatores de risco para ocorrência de acidentes de trânsito e respectivas mortes ou lesões são:

- O enfoque dos sistemas de segurança, que não considera erros humanos, somente a segurança dos veículos e vias;
- Ultrapassagem da velocidade permitida na via, já que cada aumento de 1% na velocidade média aumenta em 4% no risco de ocorrer um acidente fatal;
- Condução sob influência e álcool e outras substâncias entorpecentes, o qual pode aumentar em até 5x mais o risco de ocorrer um acidente dependendo da substância ingerida e sua quantidade;
- Não utilização de capacetes, cintos de segurança e sistemas de retenção para crianças, onde o uso correto desses acessórios pode diminuir em até 60% o risco de morte em acidentes;
- Distração durante a direção, onde atualmente a maior preocupação existente é com os aparelhos celulares;
- Infraestrutura viária insegura, as quais devem considerar a segurança dos pedestres, com as calçadas e pontos de passagem seguros, e também dos ciclistas por meio das ciclovias;
- Veículos inseguros, pois, além de cobrar dos fabricantes a verificação dos elementos de proteção como *airbags* e cintos de segurança, a manutenção do veículo é extrema importância;
- Atendimento inapropriado após ocorrência de acidentes já que a demora no atendimento ou um atendimento pré-hospitalar feito de forma incorreta pode fazer a diferença entre vida e morte; e
- Ineficiência no cumprimento das leis e normas de trânsito onde, além da responsabilidade individual dos condutores de respeitar as leis, políticas públicas para a fiscalização também devem ser adotadas de forma a manter a segurança viária.

Santos e Raia Júnior^[8] diz que além da classificação dos fatores de risco, os acidentes de trânsito também podem ser classificados quanto à forma como ocorrem. Estes podem envolver, ou não, veículos, onde os que não envolvem podem causar danos físicos devido à queda de pedestres e ciclistas. Também os acidentes podem ou não ter vítimas e estas podem ser ou não fatais, onde os que não possuem vítimas resulta em perdas materiais e os que têm vítimas resulta em ferimentos fatais ou não nos envolvidos. Em geral os acidentes de trânsito são classificados conforme a Tabela 1:

Tabela 1. Classificação de acidentes de trânsito (Autoria própria)

Tipo	Descrição
Colisão	choque entre dois ou mais veículos em movimento em qualquer das partes dos mesmos
Choque	quando um veículo em movimento colide com qualquer objeto fixo
Atropelamento	acidente envolvendo um veículo em movimento e um ou mais pedestres
Capotamento	o veículo envolvido gira em torno de um de seus eixos
Tombamento	quando um veículo tomba em uma de suas laterais
Engavetamento	três ou mais veículos colidem no mesmo sentido de deslocamento

Nota: Dados adaptados de Santos e Raia Júnior^[8]

Para que sejam estudadas formas de diminuir os acidentes de trânsito se faz necessário um conhecimento aprofundado das suas causas para que, dessa forma, medidas possam ser tomadas para evitá-los, e isso pode ser feito por meio da coleta e gerenciamento das informações disponíveis na coleta de dados dos acidentes ocorridos.

Conforme Chagas^[7] a coleta de informações detalhadas é feita pela polícia com o objetivo de documentação do acontecimento para fins judiciais e estatísticos, mas é por meio dessas informações que bancos de dados podem ser criados para utilização em pesquisas científicas que auxiliam no estudo mais aprofundado das causas para que as autoridades responsáveis tomem conhecimento e tomem uma decisão quanto ao que pode ser feito a fim de reduzir os acidentes.

Chagas^[7] também afirma que uma realidade comum é que há acidentes que não são registrados, os quais são, em boa parte, os que geram somente ferimentos leves e somente perdas materiais, pois, o atendimento feito pelos policiais acontece de acordo com a prioridade do mesmo levando em conta o atendimento aos feridos. Poucas pessoas têm o conhecimento de que o registro dos acidentes que geram somente perdas materiais deve ser realizado pelos próprios envolvidos, por exemplo, e também da importância de os acidentes com ferimentos leves serem registrados. Com isso, o não registro de acidentes pode fazer com que as decisões baseadas somente nesses relatórios sejam ineficientes e inviabilizem certos projetos de segurança no trânsito.

2.1.2 Geoprocessamento

Silva^[9] afirma que o geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de conceitos e métodos que atua sobre uma base de dados georreferenciada por meio de computação eletrônica, para fins de análise que considerem a geotopologia de eventos identificados, no intuito de auxiliar nas tomadas de decisão.

Porém, Câmara *et al.*^[10] dizem que a utilização de uma análise de fenômeno realizada por meio do espaço ocorreu bem antes destes serem feitos por meio de computação eletrônica, essa é a do médico John Snow no século XIX. Em 1854 acontecia uma epidemia de cólera na cidade de Londres e se procurava saber a causa principal, então por meio da comparação de mapas referentes ao bombeamento de água para a cidade e o local de descarte dos dejetos, verificando assim a contaminação do corpo de água e o impacto que a proximidade desses locais causava na quantidade de pacientes coléricos.

Pina e Santos^[11] destacam que o processamento dos dados geográficos atualmente ocorre através de programas computacionais que unem várias tecnologias para tratar e manipular os dados geográficos, tecnologias essas que estão sendo cada vez mais utilizadas e as que mais se destacam para esse fim são:

- Sensoriamento remoto;
- Digitalização de dados;
- Automação de tarefas cartográficas;
- Sistemas de Posicionamento Global (GPS); e
- Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Kaliski, Ferrer e Lahm^[11] também afirmam que esses recursos são importantes instrumentos que podem proporcionar correlações para as diferentes análises e uma melhor visão integrada de fatores geográficos. Para tanto o geoprocessamento tem sido empregado nas mais diversas áreas da Ciência, como Geografia, Cartografia e Geologia, o que contribui para os diversos tipos de estudos, como os ambientais, planejamento territorial, meios de transporte, entre outros, porém vale salientar que se faz necessário um sistema de informação geográfica para que os dados se integrem.

Conforme Câmara^[10], as análises podem ser feitas de várias formas, pois os dados podem ser verificados de 3 formas:

- a) **Eventos Pontuais:** fenômenos onde suas ocorrências podem ser expressas por meio de pontos no espaço (Ex.: doenças, crimes, acidentes de trânsito) e o principal objeto de interesse é a localização espacial dos eventos estudados para verificar se são casos pontuais, aleatórios ou se seguem um padrão;
- b) **Superfícies Contínuas:** estimativa de um conjunto de amostras regularmente ou irregularmente distribuídas (Ex. mapas geológicos, topográficos, ecológicos) onde o objetivo é reconstruir, mais próximo

do real, a superfície da qual se retirou e mediu as amostras para verificar se o comportamento do fenômeno é homogêneo sobre a área em estudo;

- c) **Áreas com Contagens e Taxas Agregadas:** dados associados a levantamentos populacionais como estatísticas de censo, problemas de saúde e se referem a pontos específicos do espaço. Geralmente delimitados por polígonos fechados (municípios, zona de endereços postais) e as mudanças importantes somente ocorrem nos limites, já que se parte do pressuposto que dentro dessa delimitação os fenômenos internos ocorrem de maneira homogênea.

Câmara *et al.*^[10] ainda afirmam que algo em comum que pode ser visto nessa divisão é que a finalidade das análises é a escolha de um modelo que considere a relação entre os fenômenos e o espaço. Em todos os casos o processo de modelagem dos dados acontece inicialmente com uma análise exploratória juntamente com uma apresentação visual de dados por meio de gráficos e mapas que auxiliam na identificação de padrões de dependência espacial no fenômeno estudado.

2.1.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Conforme Kaliski, Ferrer e Lahm^[11], o Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode ser definido como o conjunto de sistemas computacionais que permitem associar dados gráficos (mapas) e não gráficos (tabelas) em um único banco de dados. Estes servem como base para a gestão do espaço e auxílio na solução de problemas em áreas determinadas da superfície terrestre, permitindo a interação dos dados referenciados no espaço com vistas para fazer análises como suporte a tomada de decisão, seja essa política ou técnica.

Beltrão^[13] diz que, apesar de parecer algo novo devido à tecnologia com a qual os SIG's são utilizados atualmente, esse tipo de sistema já existia bem antes dos computadores. Essa evolução vem de séculos de produção de mapas e combinação de registros geográficos. Somente na década de 80 que houve realmente o crescimento da manipulação de informações geográficas juntamente com o crescimento da popularidade dos computadores devido ao grande potencial de processamento e armazenamento de dados. Na década de 90, com esse crescimento, começou a surgir organizações internacionais e conferências para tratar a respeito das plataformas SIG's, um exemplo é a *Annual Conference and Exposition of Geographical Information System / Land Information System* (GIS/LIS) que ocorrem entre o final dos anos 80 a meados dos anos 90, conferência essa onde houveram apresentações de trabalhos ligados a análise de dados espaciais, modelagem e propagação de erros.

Schwarz^[13] afirma que a utilização de uma plataforma SIG para auxiliar em pesquisas sobre acidentes de trânsito pode trazer bons resultados quando o objetivo é conhecer a distribuição desses dados, porém essa análise pode ser comprometida dependendo da qualidade dos dados obtidos.

São vários os softwares que operam nesse tipo de plataforma, onde podem ser encontrados alguns gratuitos e outros pagos para a utilização. Almeida^[14] destaca que, entre os gratuitos e com uma interface simples e fácil para utilização pode ser citado o Quantum GIS (QGIS). O QGIS possui várias funções que auxiliam nas análises espaciais, exploração interativa de dados, pesquisa, seleção de geometrias, visualização de atributos e criação de simbologia vetorial. O software permite o geoprocessamento de camadas, sobreposição, recorte, buffer, dissolver, amostragem, interpolação, análise de parâmetros morfológicos e gestão das geometrias dos dados associados. Além dessas funções, várias outras podem ser ampliadas por meio de *puglins*, além dos que já são instalados automaticamente com o programa, de forma a aprimorar a utilização e adaptar para o uso de acordo com as necessidades.

Para a obtenção dos resultados pretendidos para alcance dos objetivos, as funções principais a serem utilizadas são *buffer* e dissolver. Conforme Beltrão^[13] a função *buffer* no software QGIS é utilizada quando se deseja criar uma delimitação vetorial com certa distância, definida pelo usuário, sobre um dado também vetorial. Com isso, verifica-se qualquer informação adicional naquele raio pré-definido de acordo com o que se busca com a aplicação do *shape buffer*. Esses dados podem ser comparados, evitando a duplicação dos mesmos. Matsushita, Rocha e Nascimento^[15] afirma que a função dissolver une as formas que possuem atributos iguais, com isso ela é utilizada juntamente com a ferramenta *buffer* tendo em vista que é necessário ter um *shape* para que os dados sejam comparados e seja criado um arquivo de saída com os novos dados após a comparação.

Algumas dificuldades podem ser encontradas na interpretação dos dados, principalmente se estes estiverem em grande volume, pois, podem gerar uma sobreposição de dados o que dificulta no reconhecimento do fenômeno estudado.

2.2. Métodos

2.2.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa feita tem características descritiva e explicativa. A mesma foi feita na cidade de Mossoró-RN que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2018, tinha uma população estimada em torno de 294 mil habitantes, sendo a segunda cidade mais populosa do estado, ficando apenas atrás de Natal-RN, a capital do estado. A sua área territorial é de 2.099,333 Km² sendo considerada a maior cidade do estado.

2.2.2 Obtenção dos dados

Os dados utilizados para o estudo apresentado foram provenientes do projeto “Plataforma SIG para gestão de acidentalidades do trânsito”, coordenado pelo Dr. Eric Amaral Ferreira. O projeto tem por objetivo específico montar uma plataforma para gerir as informações sobre acidentes de trânsito - de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte.

A coleta dos dados foi feita por meio de uma parceria do projeto com a Secretaria Municipal de Segurança Pública, Defesa Civil, Mobilidade Urbana e Trânsito (SESEM); e o Segundo Distrito de Polícia Rodoviária Estadual (2º DPRE). Os dados recolhidos são datados entre os anos 2014 e 2017.

A SESEM é responsável pelo registro dos acidentes sem vítimas e sem perdas materiais totais que ocorrem nas vias municipais. O 2º DPRE é responsável pelo registro, investigação e acompanhamento dos acidentes onde, de alguma forma, ocorreu uma lesão, por menor que seja, ou até mesmo o óbito seja de um pedestre, motorista ou passageiro envolvido no acidente de trânsito que ocorreu nas vias municipais e também dos acidentes de trânsito em geral nas vias estaduais.

Em posse dos dados, no tópico seguinte será mostrado como foi feito o tratamento dos mesmos para obtenção da quantificação de acidentes nos cruzamentos de ruas, conforme objetivos do estudo.

2.2.3 Tratamento dos dados

Foi criada uma camada vetorial para identificação das interseções das linhas que já existiam no banco de dados e para evitar erros na quantificação, as geometrias duplicadas foram removidas. Após a identificação das interseções, nos vetores criados foi estabelecido um *buffer* com raio de 10 metros para verificar os acidentes de trânsito naquele raio.

Após a criação das áreas de *buffer*, algumas destas ficaram sobrepostas, fazendo com os dados ficassem duplicados. Para correção foi utilizado a função dissolver a fim de combinar as características duplicadas dos acidentes em uma única camada.

Essas características não podem ser mantidas em um único atributo, por isso é necessário separá-los novamente e, para isso, foi utilizado o comando multipartes para partes simples, o qual fez a separação dos atributos, mas não das geometrias já criadas anteriormente.

É importante destacar que nesse processo de separação, cada linha tem as características de todas as ruas que passam pela interseção, com isso foi criado um novo *shape*, já que algumas foram mescladas.

Os dois *shapefiles* de acidentes já existentes: um para os sem vítimas e outro para os com vítimas foram recortados usando como base o *shapefile* do *buffer*, criado anteriormente, fazendo com que somente os acidentes dentro do círculo fossem considerados na contagem.

Após o recorte procede-se para a contagem e o QGIS possui uma ferramenta específica para isso que, quando realizada a primeira contagem o software gera uma nova camada vetorial com o novo campo e os valores, que nesse caso seriam os acidentes com vítimas. Após a contagem ser devidamente inserida nas geometrias dos cruzamentos, as interseções sem acidentes foram descartadas por meio da seleção por expressão e, neste caso foi criado uma expressão que permitisse selecionar todas as geometrias com os campos de acidentes vazios.

Como já se tinha a quantidade total de interseções e os acidentes com vítimas, com o valor que restou após a identificação das interseções sem acidentes foi feito uma subtração para descobrir a quantidade de acidentes sem vítimas.

Com esse total foi feito um levantamento dos cruzamentos onde se tinha mais acidentes, foi retirado por meio de um arquivo de formato *.xls* o nome das ruas dos cruzamentos e feito uma classificação com cores por meio do próprio software.

Para uma melhor análise, também foi feito um levantamento de quantos desses cruzamentos com mais acidentes tinham semáforos, a fim de identificar se o fato de ter esse tipo de sinalização influencia na quantidade de acidentes. Para representar os semáforos foi sobreposto um *shapefile* já existente com os semáforos da cidade sobre o que representa os cruzamentos de maior número de acidentes.

Os mapas foram criados, bem como suas respectivas legendas, em formato de imagem, e eles poderão ser verificados e analisados por meio dos resultados.

2.3. Resultados e Discussões

Inicialmente, os *shapefiles* dos acidentes com e sem vítimas tinham, respectivamente, 3100 e 1645 acidentes, conforme pode ser visto na Figura 1, onde se tem uma comparação entre os dois tipos de acidentes.

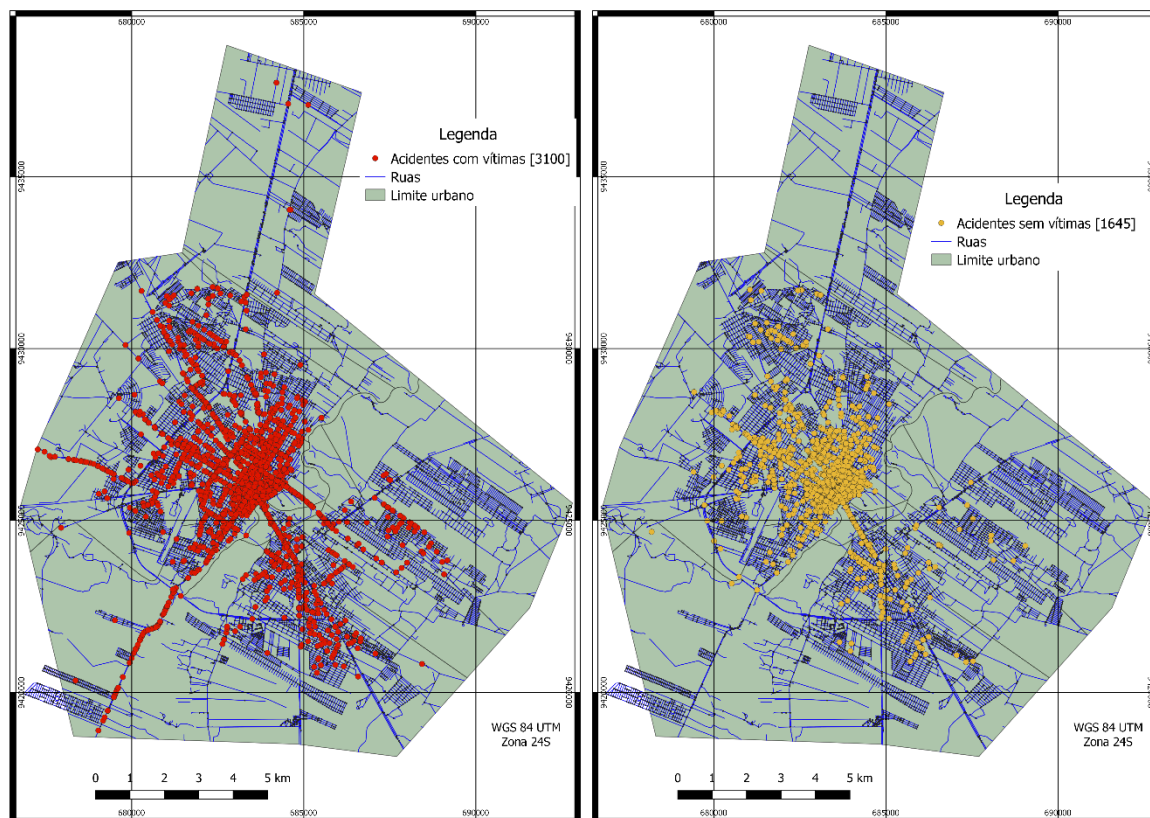


Figura 1. Acidentes de trânsito com e sem vítimas na cidade de Mossoró/RN (Autoria Própria)

Na comparação é possível perceber que a maior parte dos acidentes de trânsitos, seja com ou sem vítimas, se concentram na região do bairro Centro e proximidades. Com a criação da camada vetorial para identificar as interseções, foram encontrados um total de 850 cruzamentos onde ocorreu algum tipo de acidente, conforme Figura 2.

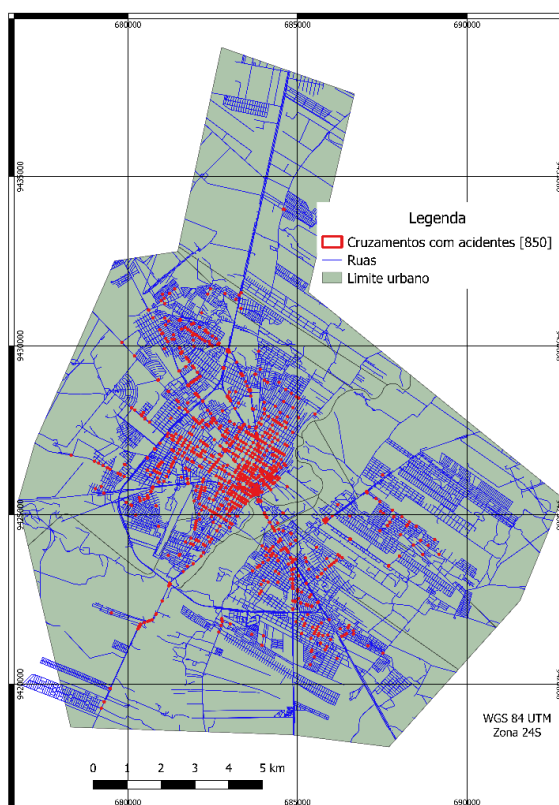


Figura 2. Cruzamentos de ruas com acidentes de trânsito na Cidade de Mossoró/RN (Autoria Própria)

É possível verificar que, semelhante à Figura 1, a maior parte dos cruzamentos com acidentes de trânsito, também, se concentram no bairro Centro, com isso já se percebe certo padrão de acidentes nessa região, que ocorre, provavelmente, por ela ter a maior movimentação de veículos, principalmente em horário comercial.

Após a sobreposição das camadas vetoriais, o recorte dos acidentes com e sem vítimas dentro dos *buffers* criados e a retirada daqueles que não possuíam acidentes, foi possível definir a quantidade de acidentes com e sem vítimas nos cruzamentos. A quantidade de acidentes com vítimas foi de 1856 e sem vítimas foi de 663, isso é visto por meio da comparação feita na Figura 3. Com isso verificamos que a quantidade total de acidentes de trânsito na cidade de Mossoró/RN é 2519.

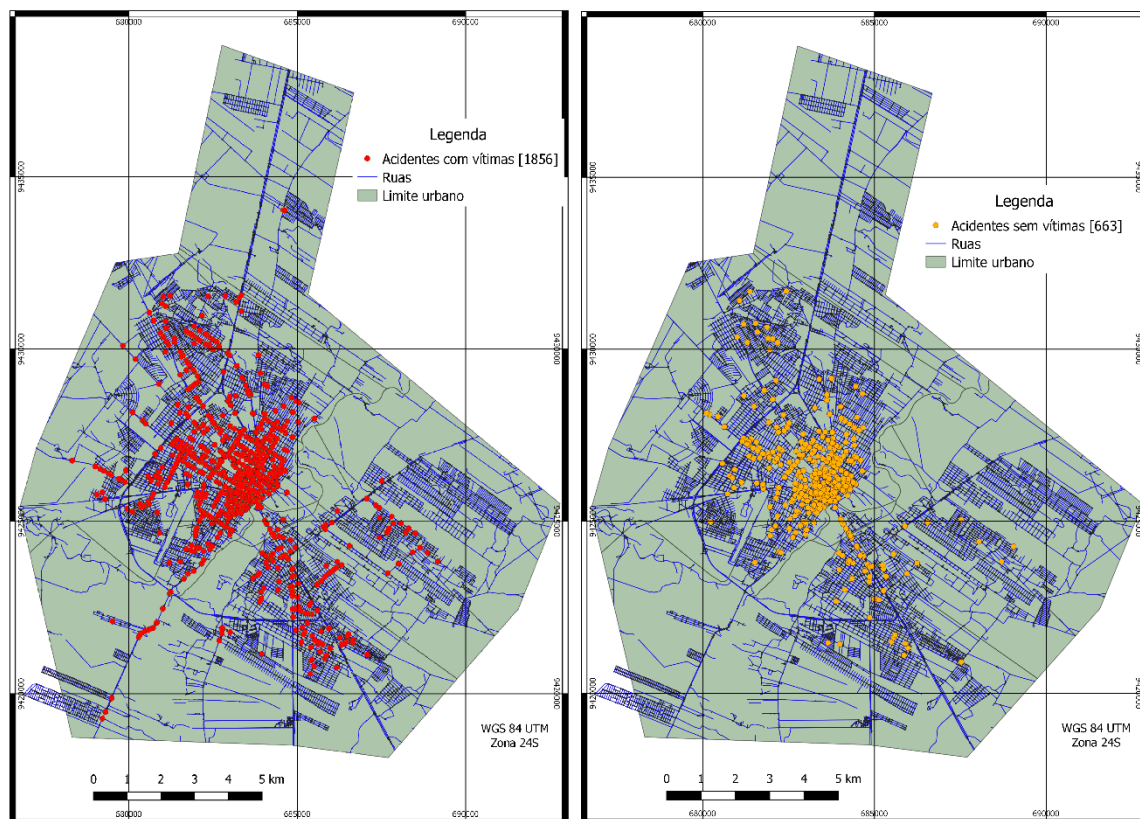


Figura 3. Acidentes de trânsito com e sem vítimas nos cruzamentos em Mossoró/RN (Autoria Própria)

Comparando a quantidade total de acidentes de trânsito em geral com a quantidade encontrada nos cruzamentos de rua, verifica-se que esta representa 53% da quantidade de acidentes. Quanto às quantidades totais de acidentes de trânsito com e sem vítimas juntamente com as quantidades encontradas dessa mesma classificação nos cruzamentos de ruas, é possível verificar que os acidentes de trânsito com vítimas representam 60% e os sem vítimas 40% dos respectivos valores totais. Já de acordo com a quantidade total de acidentes nos cruzamentos de ruas, pode-se verificar, também, que os acidentes com vítimas representam 74% e os sem vítimas representam 26%.

Fazendo o levantamento dos cruzamentos de ruas onde houve mais acidentes de trânsito com vítimas, pode-se verificar os 15 onde estes ocorreram uma maior frequência conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Cruzamentos de ruas onde ocorreram mais acidentes de trânsito com vítimas na cidade de Mossoró/RN (Autoria Própria)

Nº	Rua 1	Rua 2	Bairro	Quantidade
1	Frei Miguelinho	Princesa Isabel	Doze Anos	24
2	Jeremias da Rocha	Ferreira Itajubá	Santo Antônio	24
3	Melo Franco	Prudente de Moraes	Santo Antônio	22
4	Duodécimo Rosado	Francisco Eudes	Nova Betânia	22
5	Rodrigues Alves	Juvenal Lamartine	Abolição 1	22
6	Juvenal Lamartine	Doutor João Marcelino	Santo Antônio	19
7	Avenida Dix Neuf Rosado	Avenida Rio Branco	Centro	18
8	Lopes Trovão	Silva Jardim	Doze Anos	18
9	Delfim Moreira	6 de Janeiro	Santo Antônio	17
10	Alberto Maranhão	Avenida Augusto Severo	Centro	17
11	Rodrigues Alves	Jeremias da Rocha	Santo Antônio	17

12	Delfim Moreira	Juvenal Lamartine	Santo Antônio	17
13	Delfim Moreira	Melo Franco	Santo Antônio	16
14	Melo Franco	Ferreira Itajubá	Santo Antônio	14
15	Delfim Moreira	Pedro Velho	Santo Antônio	13

É interessante ressaltar que desses cruzamentos, 9 estão localizados na região do bairro Santo Antônio, a razão de tal concentração pode ser creditada a largura das vias e o tipo de pavimento (asfalto) encontrado nestas interseções, o que induz os motoristas a trafegar em alta velocidade, a sinalização de trânsito horizontal e vertical deficiente nestes locais é outro fator que contribui para a acidentalidade. A Tabela 3 mostra os 15 cruzamentos com maior número de acidentes sem vítimas.

Tabela 3. Cruzamentos de ruas onde aconteceram mais acidentes de trânsito sem vítimas na cidade de Mossoró/RN (Autoria Própria)

Nº	Rua 1	Rua 2	Bairro	Quantidade
1	Melo Franco	Prudente de Moraes	Santo Antônio	11
2	Avenida Dix Neuf Rosado	Avenida Rio Branco	Centro	10
3	Rodrigues Alves	Jeremias da Rocha	Santo Antônio	10
4	Melo Franco	Duodécimo Rosado	Centro	9
5	Juvenal Lamartine	Doutor João Marcelino	Centro	9
6	Jeremias da Rocha	Ferreira Itajubá	Santo Antônio	9
7	Avenida Rio Branco	Felipe Camarão	Centro	8
8	Lopes Trovão	Silva Jardim	Doze Anos	8
9	Avenida Diocesana	Avenida João da Escóssia	Nova Betânia	7
10	Avenida Presidente Dutra	Francisca de Franca	Ilha de Santa Luzia	7
11	Santos Dumont	30 de Setembro	Centro	6
12	Avenida Rio Branco	Alfredo Fernandes	Santo Antônio	6
13	Duodécimo Rosado	Francisco Eudes	Nova Betânia	6
14	Ferreira Itajubá	José Damião	Santo Antônio	6
15	Avenida Rio Branco	Pedro Velho	Santo Antônio	6

Verifica-se que, semelhante à Tabela 1, boa parte dos acidentes ocorreram na região do bairro Santo Antônio, sendo 6 desses listados.

Fazendo uma classificação com cores, sendo o vermelho mais escuro os pontos com mais acidentes e branco os com menos acidentes, e a representação dos pontos onde tem semáforo, tanto com e sem vítimas, verifica-se a situação conforme Figuras 4 e 5.

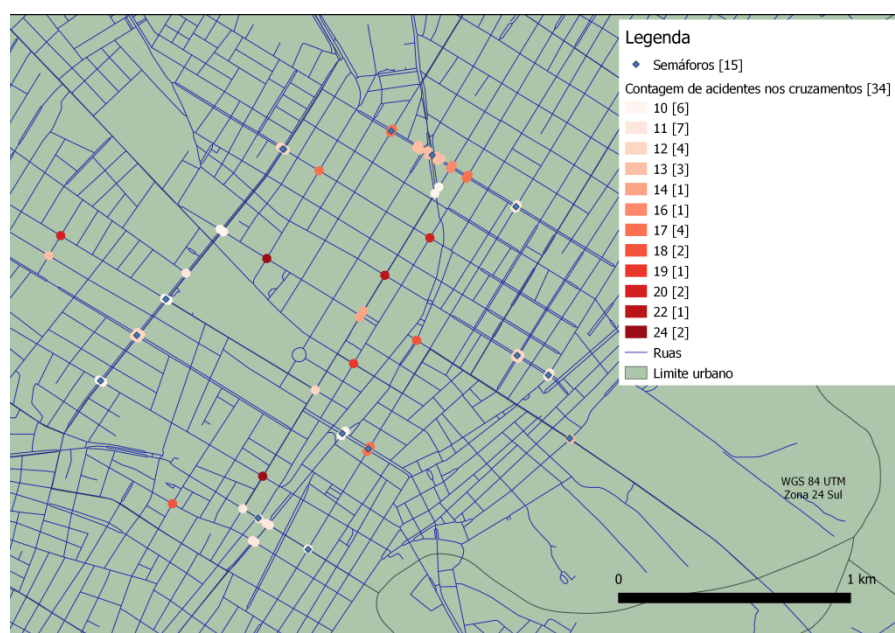


Figura 4. Classificação por cor dos cruzamentos com mais acidentes com vítimas e indicação de semáforos na cidade de Mossoró/RN (Autoria Própria)

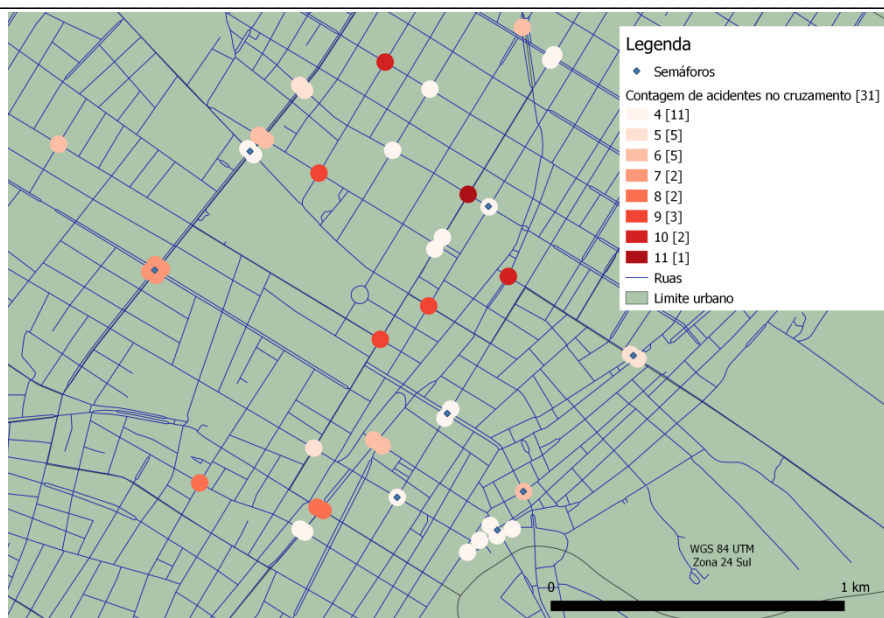


Figura 5. Classificação por cor dos cruzamentos com mais acidentes sem vítimas e indicação de semáforos na cidade de Mossoró/RN (Autoria Própria)

Conforme as figuras mostradas podem-se ver que nos pontos onde possuem a representação dos semáforos ocorreram menos acidentes, já que estes possuem uma cor mais clara conforme a classificação. Isso indica que esse tipo de sinalização auxilia na diminuição da quantidade de acidentes de trânsito nesses pontos.

Fazendo o cruzamento dos dados anteriores de ruas, pode-se verificar quais ruas possuem mais acidentes em geral nas suas interseções. Isso pode ser visto conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Ruas com a maior quantidade de acidentes de trânsito em seus cruzamentos (Autoria Própria)

Nº	Nome da rua	Quantidade
1	Melo Franco	132
2	Delfim Moreira	98
3	Prudente de Moraes	81
4	Ferreira Itajubá	77
5	Avenida Rio Branco	71
6	Juvenal Lamartine	71
7	Jeremias da Rocha	60
8	Duodécimo Rosado	59
9	Rodrigues Alves	49
10	Lopes Trovão	41
11	Felipe Camarão	40
12	Frei Miguelinho	39
13	Alberto Maranhão	38
14	Avenida Diocesana	35
15	Dr João Marcelino	32

Após verificação e análise dos resultados algumas conclusões podem ser retiradas, destacando os dados mais importantes e se os objetivos foram alcançados.

3. CONCLUSÕES

Pode-se verificar que a metodologia e funções utilizadas no software QGIS foram eficientes para a quantificação dos acidentes de trânsito nos cruzamentos de rua da cidade de Mossoró/RN, onde no fim se obteve o valor de 2519, sendo 1856 com vítimas e 663 sem vítimas. O mesmo também se mostrou uma boa alternativa para a criação de mapas para estudo de dados espaciais, mostrando claramente por meio dos pontos representados aqueles mais críticos.

Como o valor de acidentes de trânsito nos cruzamentos representa mais da metade do total geral, conclui-se que há uma probabilidade maior destes ocorrerem nessas localizações e, como visto inicialmente, principalmente

se esse cruzamento estiver localizado no bairro Centro da cidade de estudo. Além disso, pode-se verificar que mais de 70% dos acidentes que ocorrem nessas localidades geram pelo menos uma vítima com lesões parciais ou até mesmo com óbito, por isso se faz necessário ter uma atenção maior e buscar alternativas e medidas para diminuir esse total.

Algo que também pôde ser verificado foi que os pontos onde há semáforos, no geral, ocorrem menos acidentes de trânsito, mostrando que esse tipo de sinalização é eficiente para a redução desse tipo de fenômeno.

Algumas medidas que podem ser tomadas seriam: a verificação das sinalizações de trânsito nesses trechos, tanto horizontal quanto vertical, estreitamento ou afunilamento das interseções, como modo de diminuir a velocidade nas vias que não são preferenciais e intensificação da fiscalização.

Além da verificação da eficiência das sinalizações nesses trechos, é necessário ter programas com iniciativa pública para educação dos condutores, tendo em vista que boa parte dos acidentes ocorrem por falha humana e não especificamente por falhas nos meios de transporte ou falhas de sinalização, por isso talvez uma maior divulgação de estatísticas como essa e iniciativas de programas para a educação dos condutores poderiam ser algumas das medidas a serem tomadas.

Porém, deve-se considerar também nem todos os acidentes sem vítimas acabam sendo registrados, o que mascara a quantidade real de acidentes, não permitindo ao gestor identificar pontos vulneráveis na rede de transporte. Campanhas públicas poderiam ser realizadas promovendo a conscientização da necessidade de registro desses acidentes, já que isso pode auxiliar ainda mais na criação de políticas públicas que ajudariam na redução da quantidade de acidentes em toda a cidade.

O levantamento dos dados com maior fidelidade ao que realmente acontece e a sua análise pode contribuir no planejamento de transporte da cidade, tendo em vista que, se aplicadas às medidas sugeridas, seria possível verificar a eficiência do que já tem aplicado quanto às sinalizações nos cruzamentos, educação dos condutores, a aplicação do afunilamento das ruas secundárias, e assim replicar nos próximos pontos de expansão.

Como sugestão para trabalhos futuros poderiam ser confrontados os dados de acidentes em interseções e os custos hospitalares decorrentes das acidentalidades. A severidade dos acidentes poderia ser uma medida de orientação ao poder público na escolha de prioridades de tratamento entre as interseções.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] (OMS), Organização Mundial da Saúde. **Folha informativa - Acidentes de trânsito**. 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [2] SOUZA, Geraldo Alves de. Georreferenciamento de Acidentes de Trânsito: uma discussão Metodológica. **Acta Geográfica**, Roraima, p.31-40, abr. 2011. Ed. Esp. Cidades na Amazônia Brasileira. Disponível em: <<https://revista.ufrj.br/actageo/article/view/554>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [3] SCHWARZ, Felipe de Souza. **Análise espacial de acidentes de trânsito**: discussão sobre a segurança viária em Porto Alegre (RS). 2013. 122 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/106967/000945088.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [4] Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Norte (DETRAN-RN). **Relatório estatístico das vítimas fatais em acidentes de trânsito, no Rio Grande do Norte, do ano de 2016**. Natal: Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2017. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/acervo/detran/doc/DOC000000000160643.PDF>>. Acesso em: 06 ago. 2019.
- [5] MESQUITA FILHO, Marcos. Acidentes de trânsito: as consequências visíveis e invisíveis à saúde da população. **Revista Espaço Acadêmico**, São Paulo, v. 11, n. 128, p.148-157, jan. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/13630/8521>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1069**: Pesquisa de acidentes de trânsito – Terminologia. 2018. 10 p.
- [7] CHAGAS, Denise Martins. **Estudo sobre fatores contribuintes de acidentes de trânsito urbano**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32553/000786219.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [8] SANTOS, L.; RAIÁ JÚNIOR, A. A. **Identificação de pontos críticos de acidentes de trânsito no município de São Carlos – SP – Brasil**: análise comparativa entre um banco de dados relacional – BDR e a técnica de agrupamentos pontuais. *Pluris*, São Paulo, set. 2006. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2006-1/275-raiajr-santos-pluris2006/file>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [9] SILVA, Jorge Xavier da. **O que é geoprocessamento?** Revista do CREA, Rio de Janeiro, n. 79, p.42-44, out. 2009. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarinio/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2019.

-
- [10] CÂMARA, Gilberto et al. **Análise espacial e geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 2002. 26 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2019.
- [11] PINA, Maria de Fátima; SANTOS, Simone M. dos. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicado à saúde**. 20. ed. Brasília: Opas, 2000.
- [12] KALISKI, Aline Duarte; FERRER, Tânia Rodrigues; LAHM, Regis Alexandre. **Análise temporal do uso do solo através de ferramentas de geoprocessamento**: estudo de caso no município de Butiá/RS. Para onde!?: Revista do Programa de Pós-Graduação em geografia - UFRGS, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p.1-1, jul. 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/paraonde/article/view/22112/12874>>. Acesso em: 18 jul. 2019.
- [13] BELTRÃO, Éric Tadiello. **Automação no processo de vetorização de áreas de interesse e buffer variável sobre imagens de satélite**. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação de Geomática, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/9565/BELTRAO%2C%20ERIC%20TADIELLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [14] ALMEIDA, Luciana Cristina de. **ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS COM O QUANTUM GIS**: exercícios realizados durante tópico especial ofertado pelo programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, Uberlândia, v. 3, n. 8, p.173-194, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/3edicao/n8/9.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- [15] MATSUHITA, Milto Satoshi; ROCHA, Reinaldo Tadeu de Oliveira; NASCIMENTO, Flavio Augusto Ferreira do. **Curso QGIS**. Curitiba: Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, 2017. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Geoprocessamento/Materiais_Tecnicos/CursoQGIS_2_14_Set17.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2019.